

**Technická Univerzita v Liberci**

**Textilní fakulta**

**Tvorba podkladů pro hodnocení spektrogramů  
vybraných přádelnických strojů laboratoře KTT**

**Development of background information for  
evaluation of spectrograms of selected spinning  
machines**

Vedoucí bakalářské práce:	Ing. Eva Moučková, Ph.D
Konzultant:	Ing. Petra Jirásková
Rozsah práce a příloh:	95
Počet stran:	73
Počet tabulek:	13
Počet obrázků:	17
Počet vzorců:	34
Počet příloh:	9



## Prohlášení

Prohlašuji, že předložená *bakalářská* práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním *bakalářské* práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou *bakalářskou* práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé *bakalářské* práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé *bakalářské* práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své *bakalářské* práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 11. 5. 2007

.....

Podpis



## **Poděkování**

Ráda bych na tomto místě poděkovala vedoucí bakalářské práce, Ing. Evě Moučkové, Ph.D., za rady, připomínky, náměty a trpělivost, kterou mi věnovala při vytváření této práce. Dále bych chtěla poděkovat konzultantce paní Ing. Petře Jiráskové za věcné rady, připomínky a podporu při práci v laboratoři.

Chtěla bych také poděkovat rodičům, kteří mi umožnili studium na této škole, po celou dobu mě materiálně a hlavně psychicky podporovali a bez kterých by tato práce nikdy nevznikla.

V neposlední řadě musím také poděkovat další zde nejmenované osobě, bez které by bylo obtížné tuto práci a dosavadní studium realizovat.



## Anotace

Tato bakalářská práce se zabývá tvorbou podkladů pro hodnocení spektrogramů přádelnických produktů vyrobených na laboratorním posukovacím stroji a prstencovém dopřádacím stroji Shirley. Práce je rozdělena do dvou částí.

V první části teoretické je vysvětlena problematika hmotové nestejnoměrnosti, konkrétně její význam, vyjádření, parametry a charakteristické funkce. Jsou zde popsány metody k vyhodnocení spektrogramů. Dále jsou zde shrnuty základní principy vybraných přádelnických strojů.

Druhá část je experimentální. Jsou zde vytvořeny samotné podklady pro vyhodnocení spektrogramů. Podklady jsou vytvořeny na základě:

- výpočtů vlnových délek odpovídajících jednotlivým pracovním orgánům přádelnických strojů
- přípravy vzorků (pramene a příze) na laboratorním posukovacím a prstencovém dopřádacím stroji
- proměření vlákenných produktů na přístroji Uster Tester IV
- porovnání vypočtených vlnových délek s vlnovými délkami odečtenými z výstupních spektrogramů vlákenných produktů
- identifikace vadného pracovního orgánu

Problematika byla zpracována v laboratořích KTT na Technické univerzitě v Liberci.

## Klíčová slova

hmotová nestejnoměrnost, spektrogram, Uster Tester IV, vlnová délka



## **Annotation**

This bachelor thesis deals with development of background information for evaluation of spectrograms of slivers, rovings and yarns of selected spinning machines in laboratory of Department of Mechanical Technologies – laboratory drawing machine and ring spinning machine. The thesis is divided into two parts.

The first part is theoretic. Theory of mass irregularity is explained there, particularly its meaning, expression, parameters and characteristic functions. Methods for evaluation of spectrograms are described there. Further, there are summarized fundamental principles of spinning machines and statistical data about fibre products.

The second part is experimental. Background data for evaluation of spectrograms is presented there. This part is based on:

- calculation of wave length corresponding to using the method of Zellweger Uster company
- preparation of samples (stream and yarn) on the laboratory long staple and ring spinning machine
- measurement of fibre products on the Uster Tester IV testing device
- comparison of calculated wave lengths with wave lengths read from output spectrograms of fibre products
- identification of fault working part

The topic was studied in laboratories of Department of Mechanical Technologies at Technical University of Liberec.

## **Keywords**

Mass irregularity, Spectrogram, Uster Tester IV, Wavelength

## Seznam použitých symbolů

$A_C$ .....	práce celková [J]
$A_K$ .....	práce klouzavá [J]
$A_S$ .....	práce soudržná [J]
$CV$ .....	kvadratická hmotová nestejnoměrnost [%]
$CV_{ef}, (U_{ef})$ .....	skutečně naměřená kvadratická (lineární) nestejnoměrnost [%]
$CV_{ef}, (U_{ef})$ .....	efektivní (= skutečná) kvadratická (lineární) nestejnoměrnost [%]
$CV_f, (U_f)$ .....	kvadratická (lineární) výrobní nestejnoměrnost [%]
$CV_{f0}$ .....	výrobní nestejnoměrnost jednoho pramene na vstupu do stroje [%]
$CV_{fn}, (U_{fn})$ .....	výrobní kvadratická (lineární) nestejnoměrnost na výstupu ze stroje [%]
$CV_{fn-1}, (U_{fn-1})$ ..	výrobní kvadratická (lineární) nestejnoměrnost na vstupu do stroje [%]
$CV_L$ .....	variační koeficient délky vláken [%]
$CV_{lim}, (U_{lim})$ ...	limitní kvadratická (lineární) nestejnoměrnost [%]
$CV_m, (U_m)$ .....	strojová kvadratická (lineární) výrobní nestejnoměrnost
$D$ .....	družení [1]
$d$ .....	průměr pravděpodobně vadného válečku [m]
$d_1$ .....	průměr zadního spodního válečku (PDS) [cm]
$d_1$ .....	průměr předního přítláčného válečku (posukovací stroj) [cm]
$d_2$ .....	průměr středního spodního válečku (PDS) [cm]
$d_2$ .....	průměr předního válečku spodního (posukovací stroj) [cm]
$d_3$ .....	průměr předního spodního válečku (PDS) [cm]
$d_3$ .....	průměr středního přítláčného válečku (posukovací stroj) [cm]
$d_4$ .....	průměr středního válečku spodního (posukovací stroj) [cm]
$d_5$ .....	průměr zadního přítláčného válečku (posukovací stroj) [cm]
$d_6$ .....	průměr zadního válečku spodního (posukovací stroj) [cm]
$dbh$ .....	průměr bubnového hnacího válce (posukovací stroj) [cm]
$dbp$ .....	průměr bubnu podávacího válce (posukovací stroj) [cm]
$d_c$ .....	průměr plného návínu [cm]
$dk$ .....	průměr kalandrovacích válců (posukovací stroj) [cm]
$d_p$ .....	průměr prstence [cm]
$d_{od}$ .....	průměr odváděcího válce (PDS) [m]
$d_{pII}$ .....	průměr zadního přítláčného válečku II
$d_{sII}$ .....	průměr zadního válečku II spodního
$d_v$ .....	průměr vřetene [cm]
$dzv$ .....	průměr zadního válečku (posukovací stroj) [cm]

$e$ .....	základ přirozených logaritmů ( $e = 2,71828$ )
$F_H$ .....	maximální pevnost vlákenného produktu [N]
$f_j$ .....	relativní četnost [%]
$f_j$ .....	relativní četnost [%]
$I$ .....	index nestejnomyšlosti [1]
$IS$ .....	interval spolehlivosti střední hodnoty délky vláken [mm]
$K$ .....	koeficient [1]
$k$ .....	empirická konstanta
$L$ .....	délka úseku
$L_0$ .....	výchozí délka úseku přádelnického produktu (referenční délka)
$L_i$ .....	délka úseku přádelnického produktu odpovídající $i$ -tému tech. stupni
$\bar{l}$ .....	průměrná délka [mm]
$l_1$ .....	délka horního řemínku [cm]
$l_2$ .....	délka spodního válečku [cm]
$l_j$ .....	třídní znak [mm]
$l_{odv}$ .....	délka odváděného vlákenného produktu za čas $t$ [m]
$l_{při}$ .....	délka přiváděného vlákenného produktu za čas $t$ [m]
$\bar{m}$ .....	střední hodnota hmotnosti
$m(l)$ .....	okamžitá hodnota hmotnosti délkového úseku přádelnického produktu
$n_p$ .....	průměrný počet vláken v průřezu přádelnického produktu
$n$ .....	počet měření
$n'$ .....	obecný počet vláken v průřezu příze
$n_f$ .....	frekvence vadného dílu stroje [1/min]
$n_j$ .....	absolutní četnost [1]
$n_{motoru}$ .....	otáčky motoru [ot/min]
$n_{vř}$ .....	otáčky vřetene [ot/min]
$P$ .....	průtah mezi výstupními válečky a vadným válečkem
$P_1$ .....	průtah mezi středním přítlačným a předním válečkem
$P_2$ .....	průtah mezi zadním přítlačným a středním válečkem
$P_1, P_2, P_3, P_n$ .....	dílčí průtahy [1]
$P_c$ .....	celkový průtah
$P_j$ .....	relativní součtová četnost [%]
$P_{i-1}$ .....	celkový průtah v rozsahu jednotlivých technologických stupňů
$P(n')$ .....	pravděpodobnost výskytu $n'$ vláken v průřezu příze
$s$ .....	směrodatná odchylka [mm]

$s^2$ .....	rozptyl [ $\text{mm}^2$ ]
$T$ .....	jemnost délkového přádelnického produktu [tex]
$T_1$ .....	jemnost výsledného pramene [tex]
$T_2$ .....	jemnost jednoduchého předkládaného pramene [tex]
$T_{odv}$ .....	jemnost odváděného vlákenného produktu [tex]
$T_{při}$ .....	jemnost přiváděného vlákenného produktu [tex]
$t$ .....	jemnost vláken [tex]
$U$ .....	lineární hmotová nestejnoměrnost [%]
$v$ .....	variační koeficient [%]
$v_d$ .....	variační koeficient průměru vláken [%]
$v_o$ .....	obvodová rychlost odváděcího válce [m/min]
$v_{od}$ .....	rychlost odváděcí [m/min]
$v_{odv}$ .....	rychlost odvádění vlákenného produktu [m/min]
$v_p$ .....	variační koeficient průřezu vláken [%]
$v_{při}$ .....	rychlost přivádění vlákenného produktu [m/min]
$\bar{x}$ .....	průměrná hodnota [mm]
$x_j$ .....	třídní znak [mm]
$Z$ .....	zákrut [ $\text{m}^{-1}$ ]
$\lambda$ .....	délka vlny harmonického kolísání hmotnosti produktu [m]
$\lambda_f$ .....	délka vlny [m]
$\lambda_p$ .....	parametr Poissonova rozdělení



## Obsah

<b>1.</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>10</b>
<b>2.</b>	<b>Teoretická část .....</b>	<b>11</b>
2.1	Vyjádření hmotové nestejnoměrnosti .....	11
2.1.1	Parametry hmotové nestejnoměrnosti .....	12
2.2	Charakteristické funkce hmotové nestejnoměrnosti .....	17
2.2.1	Spektrogram .....	17
2.2.2	Délková variační křivka [2] .....	22
2.3	Měření hmotové nestejnoměrnosti [2] .....	22
2.3.1	Kapacitní princip [2,4,6] .....	22
2.3.2	Optický princip [2,4] .....	23
2.3.3	Optický princip (QQM 3 – systém) [4] .....	24
2.3.4	Standardy Uster Statistics [2, 6] .....	25
2.4	Základy statistického zpracování dat .....	26
2.5	Posukovací stroj (fy Shirley) [4] .....	27
2.6	Laboratorní prstencový dopřádací stroj (fy Shirley) [1] .....	30
2.7	Soudržnost vlákných poloproduktů [5, 12] .....	32
<b>3.</b>	<b>Experimentální část .....</b>	<b>34</b>
3.1	Délka vláken .....	34
3.2	Jemnost vláken [5, 13] .....	35
3.3	Soudržnost vlákných poloproduktů [5, 12] .....	36
3.4	Seřízení posukovacího stroje .....	38
3.5	Podklady k vyhodnocení spektrogramů pramene z laboratorního posukovacího stroje .....	40
3.6	Seřízení laboratorního prstencového dopřádacího stroje .....	41
3.7	Podklady k vyhodnocení spektrogramů příze z laboratorního prstencového dopřádacího stroje .....	44
3.8	Měření hmotové nestejnoměrnosti a využití podkladů k vyhodnocení spektrogramů .....	45
3.8.1	Koeficient zpracovatelnosti .....	47
3.8.2	Vyhodnocení spektrogramů .....	48
3.9	Zařazení příze dle Uster Statistics [1, 2, 3] .....	49
<b>4.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>51</b>
<b>5.</b>	<b>Použitá literatura .....</b>	<b>52</b>

## 1. Úvod

Hmotová nestejnomyěrnost příze je jedním z velmi sledovaných parametrů kvality délkových textilií (pramenů, přástů, přízí, atd.). Hmotná nestejnomyěrnost ovlivňuje řadu jejich dalších vlastností, jako např. délkovou hmotnost, zákrut, pevnost, atd. V plošné textili se hmotná nestejnomyěrnost projevuje negativně zvýšenými efekty, jako je tzv. moiré efekt, pruhovitost, mrakovitost, tj. ovlivňuje vzhled, prodyšnost apod.

Díky značnému praktickému významu hmotové nestejnomyěrnosti je tato vlastnost a s ní související problémy hlavním bodem mnoha výzkumných pracovníků. Úkolem je objasnit příčiny vzniku hmotové nestejnomyěrnosti a způsoby zajištění co nejvyšší hmotné stejnoměrnosti u vlákenných meziproduktů a hlavně výsledné příze.

Teorie hmotové nestejnomyěrnosti vychází z těchto hlavních hledisek a příčin:

- nestejný počet vláken v průřezích příze;
- nestejný průřez, resp. délkové hmotnosti (jemnosti) samotných vláken;
- nedokonalost návaznosti konců staplových vláken na sebe vlivem nestejnomyěrné délky vláken.

Proto je nutné hmotovou nestejnomyěrnost délkových textilií sledovat i u přástů, pramenů. Problematika hmotové nestejnomyěrnosti se prolíná značnou částí technologie předení, a proto se hmotová nestejnomyěrnost u přádelnických produktů od počátku zpracovatelského procesu ukazuje jako významný faktor. Je nutné ji kontrolovat a vyhodnocovat, aby na základě tohoto vyhodnocení mohly být provedeny změny v technologii.

K porovnání úrovně hmotové nestejnomyěrnosti a její analýze se používá řada parametrů a charakteristických funkcí [1,2,6].

Cílem této práce je vytvořit podklady pro hodnocení spektrogramů pramenů, přástů a přízí vybraných laboratorních přádelnických strojů laboratoře KTT metodou firmy Zellweger Uster a poté použít tyto podklady k vyhodnocení spektrogramů výstupních vlákenných produktů (tj. pramen a příze).

## 2. Teoretická část

Hmotová nestejnoměrnost je dle [2] kolísání hmoty vláken v průřezu nebo na určitých délkových úsecích délkového vlákenného útvaru. Hmotová nestejnoměrnost délkového vlákenného útvaru patří mezi mimořádně významné vlastnosti, protože ovlivňuje ostatní vlastnosti příze, a to např. zákrut a pevnost. V plošných textiliích se projevuje v podobě mrakovitosti, pruhovosti a tzv. moiré efektu, tj. ovlivňuje jejich vzhled, prodyšnost apod. Problematika hmotové nestejnoměrnosti se prolíná značnou částí technologie předení, proto v zájmu odstraňování příčin, které zvyšují hmotovou nestejnoměrnost, je nutno sledovat tuto vlastnost i u přástů, pramenů, případně vlákenné vrstvy.

### 2.1 Vyjádření hmotové nestejnoměrnosti

K porovnání úrovně hmotové nestejnoměrnosti a její analýze slouží řada parametrů a charakteristických funkcí [2].

Hmotová nestejnoměrnost může být vyjádřena [2]:

a) *Parametry:*

- lineární hmotová nestejnoměrnost	$U$ [%]
- kvadratická hmotová nestejnoměrnost	$CV$ [%]
- limitní lineární nestejnoměrnost	$U_{lim}$ [%]
- limitní kvadratická hmotová nestejnoměrnost	$CV_{lim}$ [%]
- index nestejnoměrnosti	$I$ [1]
- výrobní nestejnoměrnost	$CV_f, U_f$ [%]
- strojová nestejnoměrnost	$CV_m, U_m$ [%]

b) *Charakteristickými funkcemi:*

- spektrogram
- délková variační funkce

### 2.1.1 Parametry hmotové nestejnoměrnosti

#### Lineární hmotová nestejnoměrnost

Lineární hmotová nestejnoměrnost vyjadřuje střední lineární odchylku od střední hodnoty hmotnosti délkového úseku vláknenného útvaru [2].

$$U = \frac{100}{\bar{m} \cdot L} \int_0^L |m(l) - \bar{m}| dl \quad (1)$$

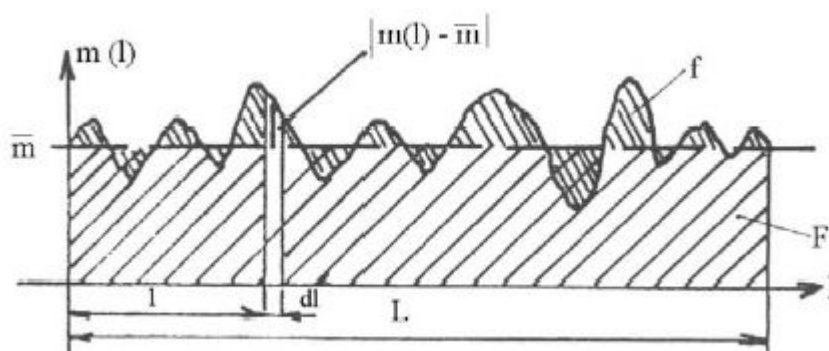
kde:

$U$  ..... lineární hmotová nestejnoměrnost [%]

$m(l)$  ..... okamžitá hodnota hmotnosti délkového úseku přádelnického produktu

$\bar{m}$  ..... střední hodnota hmotnosti

$L$  ..... délka úseku



Obr. 1 Grafické znázornění střední lineární nestejnoměrnosti  $U$  [2]

#### Kvadratická hmotová nestejnoměrnost

Kvadratická hmotová nestejnoměrnost odpovídá variačnímu koeficientu hmotnosti délkových úseků vláknenného útvaru [2]. Je definována

$$CV = \frac{100}{\bar{m}} \cdot \sqrt{\frac{1}{L} \cdot \int_0^L (m(l) - \bar{m})^2 dl} \quad (2)$$

kde:

$CV$ .....kvadratická hmotová nestejnoměrnost [%]

$m(l)$ .....okamžitá hodnota hmotnosti délkového úseku přádelnického produktu

$\bar{m}$  ..... střední hodnota hmotnosti

$L$  ..... délka úseku

U přízí, přástů, pramenů, jejichž nestejnoměrnost je ryze nahodilá, lze lineární nestejnoměrnost  $U$  a kvadratickou nestejnoměrnost  $CV$  snadno přepočítat. Existuje přepočtový vztah [1]:

$$\frac{CV}{U} = 1,25 \quad (3)$$

$$U = 0,8 \cdot CV \quad (4)$$

### Limitní hmotová nestejnoměrnost [2]

V praxi není možné vyrobit absolutně stejnoměrnou přízi, protože vlákna v přízi jsou náhodně rozložena (rozložení vláken se popisuje Poissonovým rozdělením celočíselné náhodné veličiny) a mají svoji vlastní nestejnoměrnost (variabilitu průřezu vláken).

Minimální možná nestejnoměrnost se nazývá limitní nestejnoměrnost. Tato nestejnoměrnost je definována různými vztahy, přesto všechny vycházejí z Poissonova rozdělení náhodné celočíselné veličiny, které je vyjádřeno:

$$P(n') = e^{-\lambda_p} \cdot \frac{\lambda_p^{n'}}{n'!} \quad (0 \leq n' < \infty) \quad (5)$$

kde:

$P(n')$  .....pravděpodobnost výskytu  $n'$  vláken v průřezu příze

$n'$  .....obecný počet vláken v průřezu příze

$\lambda_p$ ..... parametr Poissonova rozdělení

$e$  .....základ přirozených logaritmů ( $e = 2,71828$ )

Pokud označíme  $n$  jako střední počet vláken v průřezu příze

$$n = \bar{x}(n') = \sigma^2(n') \quad (6)$$

tak je limitní kvadratická nestejnoměrnost zjistitelná pomocí vztahu pro variační koeficient v hmotnosti úseku délkového vlákenného útvaru:

$$CV = v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (7)$$

Vztah (5) tedy můžeme dosadit do vztahu pro variační koeficient:

$$CV_{lim} = \frac{\sigma(n')}{\bar{x}(n')} \cdot 100 = \frac{\sqrt{n}}{n} \cdot 100 = \frac{100}{\sqrt{n}} \quad (8)$$

$$\text{Vztah: } CV_{lim} = \frac{100}{\sqrt{n}}, \text{ přičemž } n = \frac{T}{t} \quad (9)$$

kde:

$CV_{lim}$  ..... limitní kvadratická nestejnoměrnost [%]

$n_p$  ..... průměrný počet vláken v průřezu přádelnického produktu

$T$  ..... jemnost délkového přádelnického produktu [tex]

$t$  ..... jemnost vláken [tex]

se nazývá *Martindaleův vztah* pro výpočet limitní kvadratické nestejnoměrnosti. Variabilita průřezu vláken je zde zanedbána.

U všech vláken není možné zanedbat vlastní nestejnoměrnost, proto používáme k vyjádření vlastní limitní nestejnoměrnosti délkového vlákenného útvaru tzv. rozšířený *Martindaleův vztah*, který zahrnuje vlastní variabilitu vláken (vyjádřenou variačním koeficientem průřezu či průměru vláken):

$$CV_{lim} = \frac{100}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{1 + \left( \frac{v_p}{100} \right)^2} \quad (10)$$

$$CV_{lim} = \frac{100}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{1 + 0,0004 \cdot v_d^2} \quad (11)$$

Vztahy pro výpočet limitní lineární hmotové nestejnoměrnosti  $U_{lim}$  jsou analogické:

$$U_{lim} = \frac{80}{\sqrt{n}} \quad (12)$$

$$U_{lim} = \frac{80}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{v_p}{100}\right)^2} \quad (13)$$

$$U_{lim} = \frac{80}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{1 + 0,0004 \cdot v_d^2} \quad (14)$$

kde:

$v_p$ ..... variační koeficient průřezu vláken [%]

$v_d$ ..... variační koeficient průměru vláken [%]

### Index nestejnoměrnosti [2]

Index nestejnoměrnosti slouží k vyjádření míry nestejnoměrnosti reálného vlákenného produktu a ukazuje, jak se reálný vlákenný produkt odchyluje od ideálního ( $I = 1$ ). Je také měřítkem pro dokonalost přádního procesu a jakost přádelnického produktu.

Index nestejnoměrnosti je závislý na počtu vláken v průřezu. U nižších jemností (hrubých produktů) nabývá vysokých hodnot (5 – 8) a u vyšších jemností (jemných produktů) nabývá nižších hodnot (1,2 – 1,7).

Index nestejnoměrnosti  $I$  [1] je poměr mezi skutečně naměřenou a ideální (limitní) nestejnoměrností.

$$I = \frac{CV_{ef}}{CV_{lim}}; I = \frac{U_{ef}}{U_{lim}} \quad (15)$$

kde:

$CV_{ef}, U_{ef}$ .....skutečně naměřená kvadratická (lineární) nestejnoměrnost [%]

$CV_{lim}, U_{lim}$ ....limitní kvadratická (lineární) nestejnoměrnost [%]

### Výrobní nestejnoměrnost [2]

Jedná se o nestejnoměrnost, kterou způsobil výrobní proces. Je vypočtena dle:

$$CV_f = \sqrt{CV_{ef}^2 - CV_{lim}^2} \quad (16)$$

$$\text{analogicky: } U_f = \sqrt{U_{ef}^2 - U_{lim}^2} \quad (17)$$

kde:

$CV_f, (U_f)$  .....kvadratická (lineární) výrobní nestejnoměrnost [%]

$CV_{ef}, (U_{ef})$  .....efektivní (= skutečná) kvadratická (lineární) nestejnoměrnost [%]

$CV_{lim}, (U_{lim})$  ....limitní kvadratická (lineární) nestejnoměrnost [%]

### **Strojová nestejnoměrnost [1, 2]**

Strojová nestejnoměrnost je nestejnoměrnost vložená do produktu jedním strojem. Strojovou kvadratickou  $CV_m$  [%] a lineární  $U_m$  [%] výrobní nestejnoměrnost, vypočteme dle:

$$CV_m = \sqrt{CV_{fn}^2 - CV_{fn-1}^2} \quad (18)$$

$$\text{analogicky: } U_m = \sqrt{U_{fn}^2 - U_{fn-1}^2} \quad (19)$$

kde:

$CV_m, (U_m)$  .....strojová kvadratická (lineární) výrobní nestejnoměrnost [%]

$CV_{fn}, (U_{fn})$  .....výrobní kvadratická (lineární) nestejnoměrnost produktu na výstupu ze stroje [%]

$CV_{fn-1}, (U_{fn-1})$  ..výrobní kvadratická (lineární) nestejnoměrnost produktu na vstupu do stroje [%]

Všechny prameny, které vstupují do stroje, jsou druženy. Vzhledem k tomu, že družení snižuje nestejnoměrnost, vypočítá se tato výrobní nestejnoměrnost následovně:



$$CV_{f_{n-1}} = \frac{CV_{f_0}}{\sqrt{D}} \quad (20)$$

kde:

$CV_{f_0}$  ..... výrobní nestejnoměrnost jednoho pramene na vstupu do stroje [%]

$D$  ..... družení [1]

Výhodou parametrického vyjádření hmotové nestejnoměrnosti je možnost uvedení číselné hodnoty, která vyjadřuje úroveň nestejnoměrnosti. Nevýhodou je fakt, že nelze tímto způsobem analyzovat příčiny vzniku hmotové nestejnoměrnosti.

## 2.2 Charakteristické funkce hmotové nestejnoměrnosti

### 2.2.1 Spektrogram

Spektrogram je amplitudový záznam harmonických složek kolísání hmoty délkového vlákenného produktu v závislosti na vlnové délce [2].

Spektrogram je graf zachycující statistické rozdělení spektra vlnových délek.

Spektrogram je výsledkem načítání periodických výchylek hmotné nestejnoměrnosti do tříd s délkou periody  $\lambda$ . Délka periody je vlastně délka vlny, se kterou se pravidelně projevuje výchylka tloušťky (hmotné nestejnoměrnosti) délkové textilie. Rozdělení délek  $\lambda$  je vynášeno v logaritmické stupnici. Histogram rozdělení délek period jako funkce tzv. spekter  $S(\lambda)$  je nazýván spektrogram.

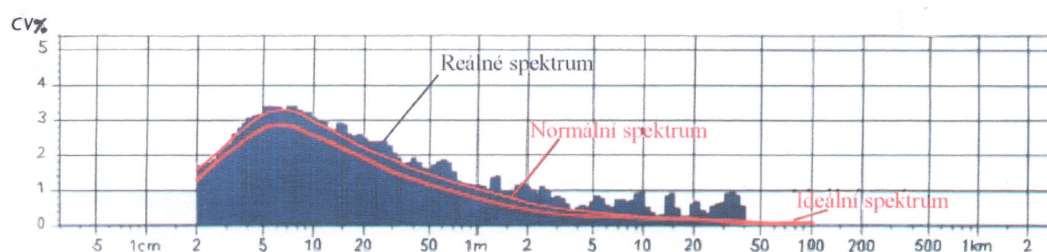
Pokud se určitá vlnová délka  $\lambda$  vyskytuje ve větším počtu než jiná vlnová délka, znamená to, že v délkové textili se pravidelně vyskytují vady. Zvýšený počet těchto vad (vlastně výchylek hmotné nestejnoměrnosti) je načten právě v místě odpovídajícím vlnové délce  $\lambda$ . Tomuto jevu se říká „komín“.

To znamená, že vadu vytváří vadný pracovní orgán na stroji (vylomený zub v soukolí, porušený povlak protahovacího válečku, poškozené ložisko, atp.). Za pomoci spektrogramu můžeme zároveň odhalit, kde pravděpodobně pravidelně se vyskytující nestejnoměrnost vzniká [6].

Spektrogram by měl mít kontinuální průběh a měl by být zobrazený spojitou křivkou. Prakticky se zjišťuje omezený počet měřících bodů, tj. omezený počet pásem. V každém pásmu je tedy obsažena střední velikost amplitudy s přesně určenou vlnovou délkou. Vlnová délka příslušející jednotlivým kanálům závisí na rychlosti průchodu vlákenného produktu. Poměr středních vlnových délek příslušejících sousedním kanálům je v případě Uster Tester IV  $\sqrt[10]{2} \approx 1,07$  [1].

Ve spektrogramu rozeznáváme 3 druhy spekter (obr. 2) [2]:

- ideální – spektrum ideálního produktu
- normální – spektrum bezvadného produktu
- reálné – průběh spektra měřeného vlákenného produktu

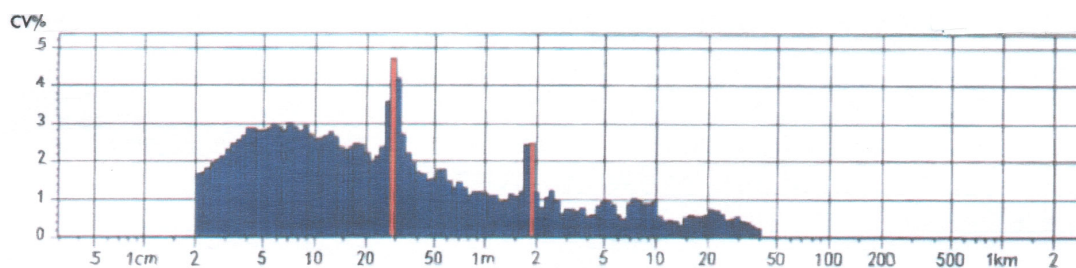


Obr. 2 Spektrogram skutečný, normální a ideální [4]

Analýzou spektrogramu je možné zjistit periodickou nestejnou délkového vlákenného produktu, která může být způsobena nesprávnou činností rotujících orgánů přádelnických strojů. Nesprávná činnost orgánů stroje se ve spektrogramu projevuje formou charakteristických a kupovitých spekter [2].

#### a) Charakteristická spektra – způsobená mechanickou závadou stroje.

Projevují se ve formě komínů. Obvykle dochází k zesílení či zeslabení průřezů délkového vlákenného produktu periodicky, a tato skutečnost se ve spektrogramu projeví značným zvýšením hmotové nestejnoměrnosti na určité délce vlny [1].

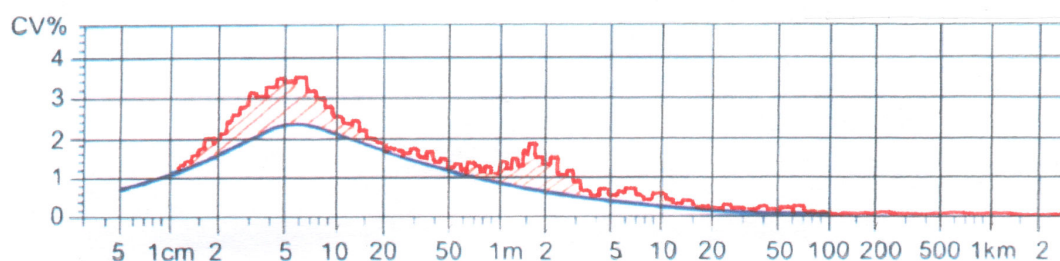


Obr. 3 Charakteristická spektra – způsobená mechanickou závadou stroje [4]

Některá charakteristická spektra mohou znázorňovat jednu periodickou vadu, která se ve spektrogramu projevuje na určité vlnové délce a jejich zlomcích ( $\lambda$ ,  $\lambda/2$ ,  $\lambda/3$ ,  $\lambda/4$ , ...). Při vyhodnocování se potom zabýváme pouze vadou vzniklou za základní vlnové délce  $\lambda$  [2].

### b) Kupovitá spektra – způsobená špatnou prací průtahového ústrojí.

Nejedná se čistě o periodickou nestejnoměrnost jedné vlnové délky, ale o rozsah délek vln, kterým přísluší určité vyvýšení ve spektrogramu. Průtahové vlny jsou způsobené nedokonalou kontrolou vláken v průtahovém poli [1].



Obr. 4 Kupovitá spektra – způsobená špatnou prací průtahového ústrojí [4]

## Metody k vyhodnocení spektrogramu

### a) Metoda výpočtová [2]

Využívá se k analýze mechanických závad. Používá se tehdy, když je podezření, že určitá část stroje je zdrojem závady.

Metoda spočívá v určení vlnové délky vadné součásti, která do produktu zanáší periodickou nestejnoměrnost, a porovnává se s vlnovou délkou extrémní amplitudy ve spektrogramu. Pokud se tyto dvě délky rovnají, tak je předpoklad vadné součásti správný.

Výpočet vlnové délky vadné součásti se provádí pomocí vztahu:

$$\lambda = \pi \cdot d \cdot P \quad (21)$$

kde:

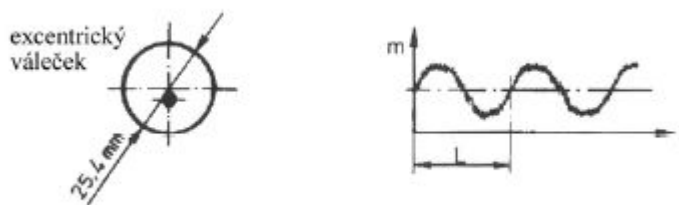
$\lambda$  .....délka vlny harmonického kolísání hmotnosti produktu [m]

$d$ .....průměr pravděpodobně vadného válečku [m]

$P$  .....průtah mezi výstupními válečky a vadným válečkem [1]

### Excentricita [2]

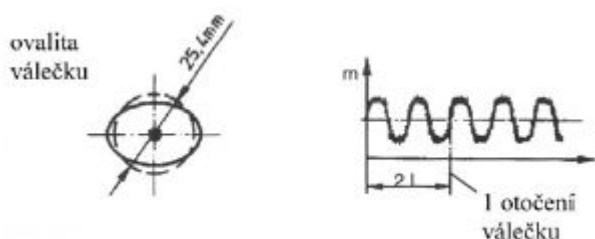
Excentricita válečku (vyosení), způsobuje sinusovité kolísání hmotnosti vlákenného produktu o periodě  $L$ , která odpovídá obvodu válečku:



Obr. 5 Excentrický váleček a sinusovité kolísání hmotnosti produktu

### Ovalita [2]

Ovalita válečku způsobuje sinusovité kolísání hmoty produktu s periodou, která odpovídá  $\frac{1}{2}$  obvodu válečku:



Obr. 6 Ovalita válečku a sinusovité kolísání hmotnosti produktu

## b) Metoda frekvenční [2]

Využívá se také k analýze mechanických závad. Vychází z předpokladu, že vada má stejnou frekvenci jako součást zanášející vadu.

$$n_f = \frac{v}{\lambda_f} \quad (22)$$

kde:

$n_f$ .....frekvence vadného dílu stroje [1/min]

$v_o$ .....obvodová rychlost odváděcího válce [m/min]

$\lambda_f$ .....délka vlny [m]

Ze zjištěné frekvence  $n_f$  lze zjistit ty části stroje, které mají přibližně shodnou frekvenci.

### c) Identifikace vadných průtahových polí [2]

Průtahové vlny se ve spektrogramu projevují formou kupovitého spektra a jsou vyvolané nedokonalou kontrolou vláken v průtahovém poli.

K identifikaci vadných průtahových polí lze použít empirický vztah:

$$\lambda_m = k \cdot \bar{l} \cdot P \quad (23)$$

V praxi se počítá průtah, který následuje po vadném poli, z toho plyne:

$$P = \frac{\lambda_m}{k \cdot \bar{l}} \quad (24)$$

kde:

$\lambda_m$ .....naměřená střední vlnová délka extrémní amplitudy kupovitého spektra [m]

$k$ .....empirická konstanta

$\bar{l}$  .....střední délka vláken [m]

$P$  .....průtah, který následuje po vadném průtahovém poli [1]

### d) Metoda firmy Zellweger Uster [2]

Tato metoda je kombinací frekvenční metody a metody identifikace průtahových vln. Metoda je založena na předpokladu, že každý orgán stroje vnáší do produktu nestejnoměrnost, která se ve spektrogramu projeví na jiné vlnové délce. Firma doporučuje nejdříve vypočítat jednotlivé vlnové délky příslušející pracovním orgánům přádelnických strojů a následně vyhledat příslušné vlnové délky, které odpovídají vlnové délce extrémní amplitudy (těm odpovídají vadné součásti stroje).

Při vyhodnocování spektrogramu se jedná pouze o porovnání vlnové délky extrémní amplitudy harmonické složky nestejnoměrnosti s vypočtenými vlnovými délkami odpovídající jednotlivým orgánům stroje.

### 2.2.2 Délková variační křivka [2]

Délková variační křivka (DVK) znázorňuje závislost vnější hmotné nestejnoměrnosti na délce úseku vlákenného produktu. Vnější hmotová nestejnoměrnost vyjadřuje variabilitu (variační koeficient) hmotnosti mezi úseky délky  $L$ .

DVK zobrazuje vliv celé technologie na hmotovou nestejnoměrnost výsledného produktu. Slouží k identifikaci neperiodické nestejnoměrnosti. Vyhodnocení DVK spočívá ve vzájemném porovnání limitní délkové variační křivky s reálnou délkovou variační křivkou a následné zjištění délky úseku, na kterém nestejnoměrnost vznikla – identifikace stroje vnášejícího tuto nestejnoměrnost. Odchýlení reální DVK od limitní křivky znamená změnu hmotové nestejnoměrnosti. Odklon směrem nahoru znamená zhoršení a směrem dolů zlepšení hmotové nestejnoměrnosti.

## 2.3 Měření hmotové nestejnoměrnosti [2]

K měření hmotové nestejnoměrnosti délkových vlákenných útvarů se využívá dvou principů:

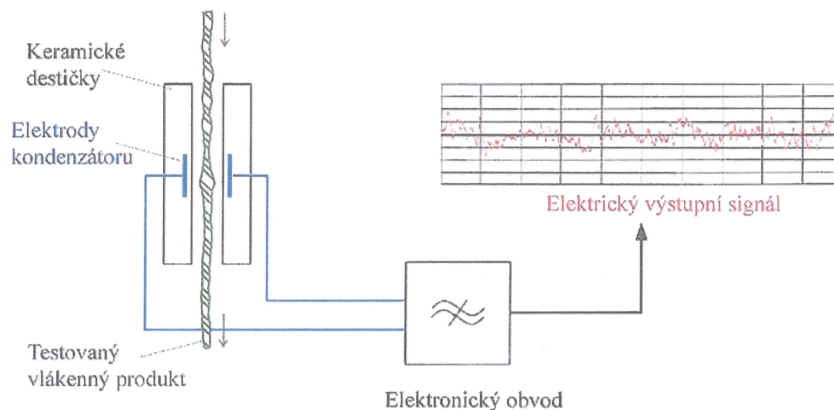
- a) kapacitního – Uster-Tester (UT 1-5)
- b) optického – Zweigle, přenosné zařízení QQM 3

### 2.3.1 Kapacitní princip [2,4,6]

Zástupcem kapacitního principu měření hmotové nestejnoměrnosti je aparatura fy Zellweger Uster, která se nazývá Uster-Tester.

Princip je založen na nepřímém měření kolísavé hmotnosti délkové textilie, která prochází mezi deskami kondenzátoru. Délková textilie nahrazuje v kondenzátoru dielektrikum. Kolísáním tloušťky délkové textilie (ta je závislá zejména na počtu vláken v průřezu) při jejím konstantním pohybu mezi deskami kondenzátoru kolísá také kapacita měřicího kondenzátoru, který je součástí měřicího oscilátoru. Změna kapacity znamená také změnu frekvence oscilátoru. Tato frekvence je srovnávána s frekvencí srovnávacího oscilátoru.

Je možné měřit nestejnomyšnost příže, přástu i pramene, ale je nutné měnit délku elektrod na kondenzátoru – Uster Tester si ji nastavuje sám na základě zadané jemnosti měřeného produktu.



Obr. 7 Princip měření na přístroji Uster-Tester [4]

### Výstup z Uster-Testeru:

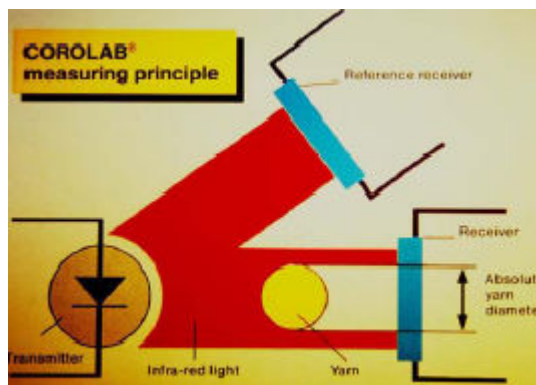
- Tabulka naměřených hodnot se základním statistickým zpracováním, měřené hodnoty: např.  $U$ ,  $CV - 0,01m$ ; 1m, 3m, 5m, 10m, 50m, 100m, počet slabých míst, silných míst a nopků na 1 km příže, chlupatost (chlupatost je možné měřit pouze s přídatným optickým senzorem). Záleží na nastavení výstupního protokolu. Statistické vyhodnocení – průměrná hodnota, variační koeficient, lineární odchylka.
- Histogram
- Spektrogram
- Délková variační křivka
- Hmotnostní diagram

Uster Tester IV lze doplnit o modul, který konstruuje obraz povrchového vzhledu plošné textilie (tkaniny, pleteniny) určité vazby.

### 2.3.2 Optický princip [2,4]

K optickému měření hmotné nestejnomyšnosti přádelnických produktů se využívá přístroj fy Zweigle. Optický princip využívá infračervené světlo a měří průměr příže.

Optický měřicí systém porovnává průměr příze s konstantní referenční střední hodnotou a zaznamenává kolísání v délce průměru.



Obr. 8 OASYS® měřicí systém (firma Zweigle – Německo) [4]

#### Výstup z optického měřicího systému:

- Tabulka naměřených hodnot klasifikuje všechny vady s ohledem na jejich délku a kolísání průměru, zaznamenává slabá, silná místa a nopky na 1 km příze.
- Histogram
- Spektrogram
- Délková variační křivka

Přístroj dokáže předvídat vzhled výsledné plošné textilie (tkaniny, pleteniny) na základě zjištěné nestejnoměrnosti příze a v závislosti na zvolené vazbě plošné textilie.

#### 2.3.3 Optický princip (QQM 3 – systém) [4]

QQM 3 – systém (výrobce VÚB ČR ve spolupráci s OTTO STÜber GmbH & Co KG.) je přenosný přístroj pro měření a analýzu kvality příze (nestejnoměrnosti). Měří průměr příze, stanoví variabilitu průměru ( $CV$  optické), přepočítává na kolísání hmotnosti ( $CV$  mass).

Dále zaznamenává: počet nopků, slabých a silných míst v přízi. Pomocí přídatného softwaru zobrazí kolísání průměru a vykreslí spektrogram. Orientačně určuje jemnost příze.



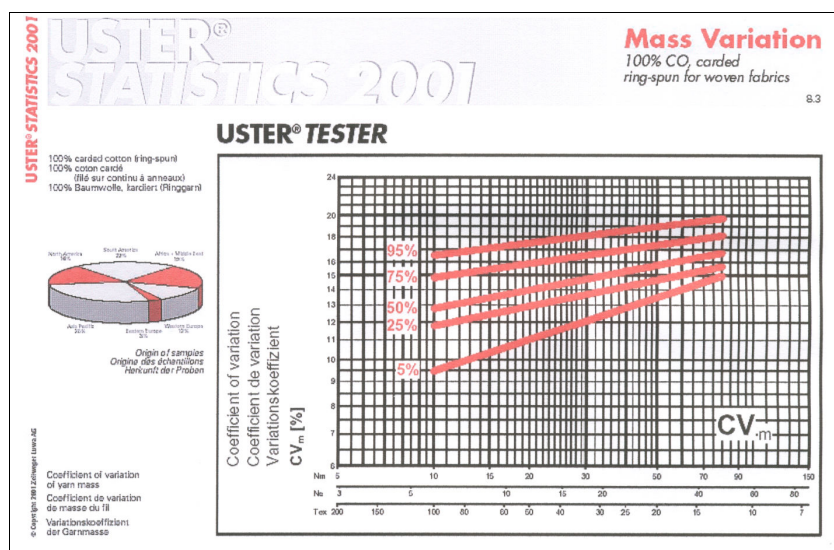


Obr. 9 Přenosný přístroj QQM 3 [4]

### 2.3.4 Standardy Uster Statistics [2, 6]

Slouží k porovnání různých parametrů hmotové nestejnoměrnosti vyrobené příze s ostatními na trhu se vyskytujícími přizemi stejného typu a jemnosti.

Firma Zellweger Uster shromažďuje celosvětově údaje o nestejnoměrnosti vyráběných přízí a tyto údaje statisticky zpracovává. Firma vydává v pravidelných časových úsecích informace v podobě grafů. Z grafů je možné určit, zda je výrobci vyráběna příze co do stejnoměrnosti průměrná, podprůměrná nebo nadprůměrná. Je-li nestejnoměrnost příze určité jemnosti na 50%, znamená to, že stejných výsledků dosahuje 50% výrobců na světě (jedná se o výrobu průměrné příze). Je-li nestejnoměrnost příze na 75%, vyrábí tuto přízi 75% výrobců (jedná se o výrobu podprůměrné příze). Snahou každého výrobce je, dostat se mezi 25% výrobců, kteří vyrábějí přízi s nízkou hmotnou nestejnoměrností.



Obr. 10 Uster-Statistics – vyhodnocení parametrů - standardní hodnoty kvadratické nestejnoměrnosti CV pro 100% ba přízi mykanou, dopřádanou na PDS, určenou pro tkaniny (příklad) [4]

## 2.4 Základy statistického zpracování dat

Ke statistickému zpracování dat byly v práci použity níže uvedené vztahy:

### Výběrový průměr [2]

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad (25)$$

### Výběrový rozptyl [2]

$$s^2 = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (26)$$

### Směrodatná odchylka [2]

$$s = \sqrt{s^2} \quad (27)$$

### Variační koeficient [2]

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (28)$$

kde:

$n$ .....počet měření

$x_i$ .....naměřená hodnota

### Relativní četnost [7]

$$f_j = \frac{n_j}{n} \quad (29)$$

kde:

$f_j$ .....relativní četnost [%]

$n_j$ .....absolutní četnost [1]

### Relativní součtová četnost [7]

$$P_j = \sum_{j=k}^j f_j = \sum_{j=k}^j p_j \cdot \Delta l \quad (30)$$

kde:

$P_j$  .....relativní součtová četnost [%]

## 95 % interval spolehlivosti střední hodnoty [2]

$$IS = \bar{x} \pm t_{1-\alpha/2}(n-1) \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (31)$$

kde:

IS ..... interval spolehlivosti střední hodnoty délky vláken [mm], za předpokladu platnosti normálního rozdělení

$t_{1-\alpha/2}(n-1)$  ..... 100 (1- $\alpha/2$ )% kvantil Studentova  $t$ -rozdělení s (n-1) stupni volnosti

$\alpha$  ..... hladina významnosti

100(1- $\alpha/2$ ) ..... statistická jistota

## 2.5 Posukovací stroj (fy Shirley) [4]

Podstatou posukovacího stroje je realizace protahování spolu s druzením. V technologickém postupu je posukování zařazeno po mykání, v rámci přípravy pro česání, po česání. Posukovací stroje pracují na stejném principu, ale liší se konstrukcí průtahového ústrojí (PÚ). Posukovací stroj fy Shirley, který byl použit v rámci experimentu je vybaven čtyřválečkovým PÚ se stejným počtem spodních a přítlačných válečků. Spodní válečky jsou ocelové rýhované, přítlačné válečky jsou potaženy pryžovým povlakem.

Posukovacímu stroji lze předložit pavučinu z laboratorního mykacího stroje, ale v rámci experimentu byly předloženy pouze prameny.

### Obecné vztahy pro výpočet průtahů [1]

Toto můžeme vyjádřit následující rovnicí pro průtah:

$$P = \frac{v_{odv}}{v_{př}} = \frac{l_{odv}}{l_{př}} = \frac{T_{př}}{T_{odv}} \cdot D \quad (32)$$

kde:

$P$  ..... průtah [1]

$v_{odv}$  ..... rychlost odvádění vláknenného produktu [m/min]

$v_{pri}$ ..... rychlost přivádění vláknenného produktu [m/min]

$l_{odv}$ ..... délka odváděného vláknenného produktu za čas  $t$  [m]

$l_{pri}$  ..... délka přiváděného vláknenného produktu za čas  $t$  [m]

$T_{pri}$  ..... jemnost přiváděného vláknenného produktu [tex]

$T_{odv}$ ..... jemnost odváděného vláknenného produktu [tex]

$D$ ..... družení

Pokud dochází v průtahovém ústrojí k vícenásobnému průtahu, je celkový průtah roven součinu průtahů dílčích, tj.:

$$P_c = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \dots P_n \quad (33)$$

kde:

$P_c$ ..... celkový průtah [1]

$P_1, P_2, P_3, P_n$ ..... dílčí průtahy [1]

### Výpočet průtahů posukovacího stroje fy Shirley

Průtahy byly spočítány na základě kinematického schématu laboratorního posukovacího stroje, který je součástí [10], viz. obrázek 11.

*Průtah mezi podávacím bubnem a zadním válečkem*

$$P = \frac{70 \cdot 56 \cdot 38,1}{70 \cdot 30 \cdot 69,87} = 1,017$$

*Průtah mezi zadním válečkem II a zadním válečkem*

$$P = \frac{100 \cdot 38,1}{50 \cdot 38,1} = 2,0$$

*Průtah mezi zadním válečkem a středním válečkem*

$$P = \frac{50 \cdot 31,75}{40 \cdot 38,1} = 1,04$$

*Průtah mezi středním a předním válečkem*

$$P = \frac{40 \cdot 90 \cdot B \cdot 38,1}{50 \cdot 51 \cdot 35 \cdot 31,75} = 0,048 \cdot B$$

*Průtah mezi předním válečkem a kalandrovacím válcem*

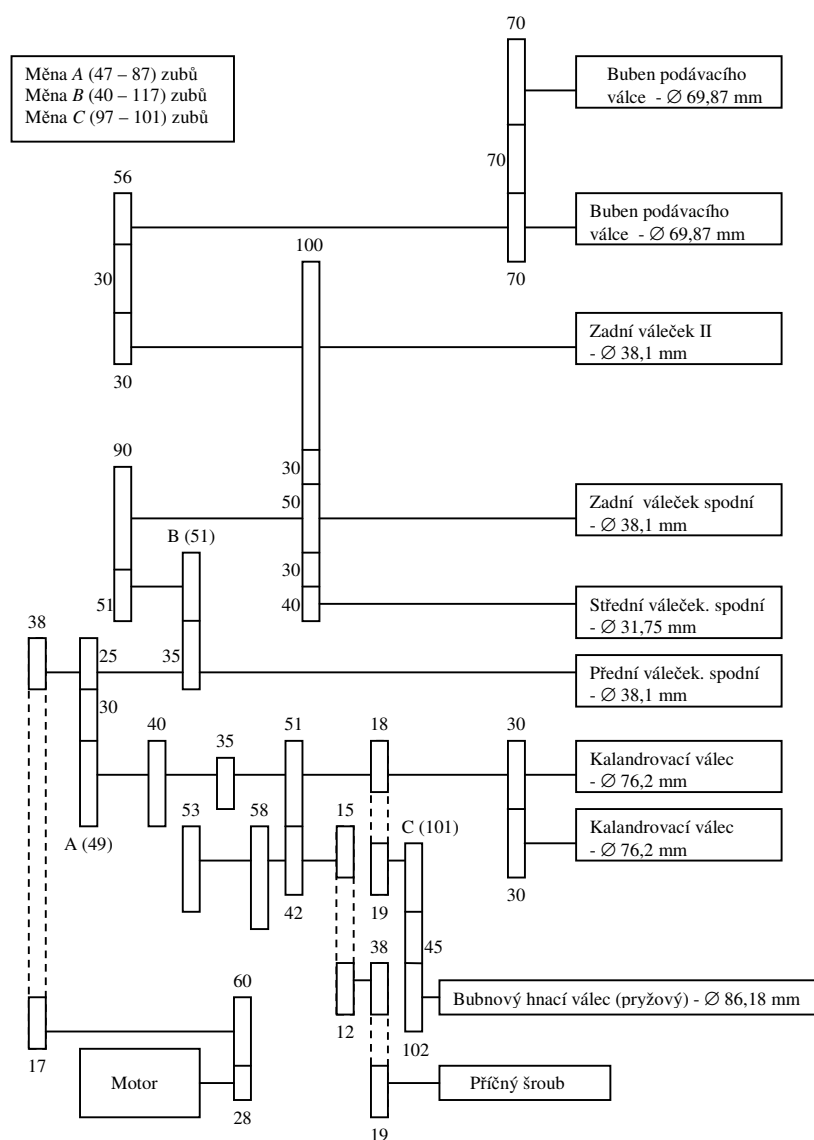
$$P = \frac{25 \cdot 76,2}{A \cdot 38,1} = \frac{50}{A}$$

*Průtah mezi kalandrovacím válcem a bubnovým hnacím válcem (pryžovým)*

$$P = \frac{30 \cdot 18 \cdot C \cdot 86,18}{30 \cdot 19 \cdot 102 \cdot 76,2} = 0,0105 \cdot C$$

*Celkový průtah mezi bubnem podávacím a bubnovým hnacím válcem (pryžovým)*

$$P = \frac{70 \cdot 56 \cdot 100 \cdot 90 \cdot B \cdot 25 \cdot 18 \cdot C \cdot 86,18}{70 \cdot 30 \cdot 50 \cdot 51 \cdot 35 \cdot A \cdot 19 \cdot 102 \cdot 69,87} = \frac{0,0539 \cdot B \cdot C}{A}$$



Obr. 11 Kinematické schéma laboratorního posukovacího stroje

Seřízení stroje je uvedeno v kapitole 3.4.

## 2.6 Laboratorní prstencový dopřádací stroj (fy Shirley) [1]

Pro dopřádání se používají různé typy dopřádacích strojů. Prstencový dopřádací stroj (PDS) patří mezi klasické dopřádací způsoby. Příze je vyrobena z přástu a zpevněna trvalým zákrutem. Hlavní procesy PDS:

- protažení (zjemnění) předkládaného přástu
- zpevnění protaženého vlákenného produktu zakrucováním
- navíjení vyrobené příze na potáč

Prstencový dopřádací stroj pracuje bez přerušení vazby, tj. kontinuálně a jeho podstatou je, že současně probíhá zakrucování a navíjení. Systém (vřeten – prstenec – běžec) zajišťuje trvalý zákrut.

Laboratorní prstencový dopřádací stroj fy Shirley, který byl použit v rámci experimentu je vybaven dvěma průtahovými ústrojími Casablanca, počtem vřeten osm, ale příze byla vyráběna pouze na čtyřech spřádacích místech.

Prstencovému dopřádacímu stroji lze předložit pramen v konvi, ale v rámci experimentu byly předloženy pouze přástové cívky.

### Výpočet průtahů laboratorního prstencového dopřádacího stroje fy Shirley

Průtahy byly spočítány na základě kinematického schématu laboratorního prstencového stroje, který je součástí [11], viz. obrázek 12.

*Průtah mezi zadním válečkem II a zadním válečkem*

$$P = \frac{80 \cdot 70 \cdot 25,4}{C \cdot 20 \cdot 26,4} = \frac{269,39}{C}$$

*Průtah mezi zadním válečkem a středním válečkem*

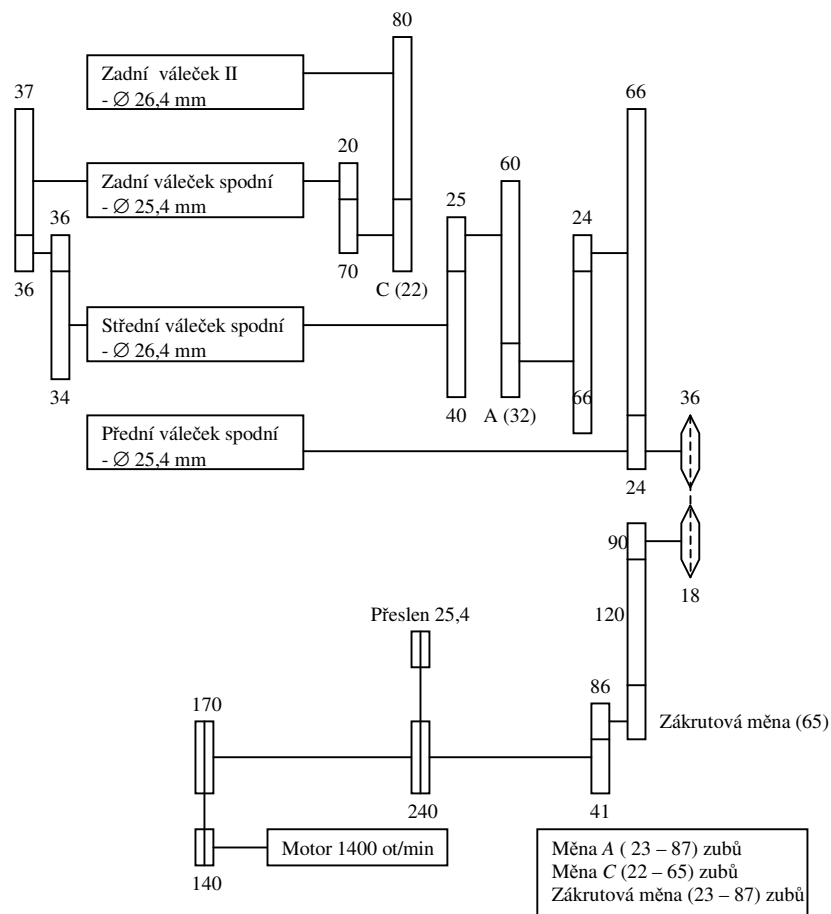
$$P = \frac{37 \cdot 36 \cdot 26,4}{36 \cdot 34 \cdot 25,4} = 1,13$$

*Průtah mezi středním a předním válečkem*

$$P = \frac{40 \cdot 60 \cdot 66 \cdot 66 \cdot 25,4}{25 \cdot A \cdot 24 \cdot 24 \cdot 26,4} = \frac{698,5}{A}$$

*Celkový průtah mezi zadním válečkem II a předním válečkem*

$$P = \frac{80 \cdot 70 \cdot 37 \cdot 36 \cdot 40 \cdot 60 \cdot 66 \cdot 66 \cdot 25,4}{C \cdot 20 \cdot 36 \cdot 34 \cdot 25 \cdot A \cdot 24 \cdot 24 \cdot 26,4} = \frac{212837,058}{C \cdot A}$$



Obr. 12 Kinematické schéma laboratorního prstencového dopřádacího stroje [11]

### Výpočet zákrutu laboratorního prstencového dopřádacího stroje fy Shirley

Zákrut byl spočítán na základě kinematického schématu laboratorního prstencového stroje, který je součástí [11], viz. obrázek 12.

$$n_{vř} = n_{motoru} \cdot \frac{140 \cdot 240}{170 \cdot 25,4}$$

$$v_{od} = \pi \cdot d_{od} \cdot n_{motoru} \cdot \frac{140 \cdot 41 \cdot 65 \cdot 120 \cdot 18}{170 \cdot 86 \cdot 120 \cdot 90 \cdot 36}$$

$$Z = \frac{n_{vř}}{v_{od}}$$

kde:

$n_{vř}$  .....otáčky vřeten [ot/min]

$n_{motoru}$  .....otáčky motoru [ot/min]

$v_{od}$  .....rychlost odváděcí [m/min]

$d_{od}$  .....průměr odváděcího válce [m]

$Z$  .....zákrut [ $m^{-1}$ ]

Intenzita zákrutu ovlivňuje pevnost vláknenných útvarů (příze, přást). Zakroucením vláknenného útvaru se vyvozují síly, které způsobují nárůst třecích sil mezi vlákny v produktu a tím se zvyšuje jeho soudržnost. U pramene je soudržnost ovlivněna pouze velikostí třecích sil mezi vlákny (tj. počtem a pevností). Soudržnost vláknenných produktů lze rovněž stanovit.

## 2.7 Soudržnost vláknenných poloproduktů [5, 12]

Soudržnost se dělí na podélnou (střížová, staplová vlákna) a příčnou (multifilní příze z nekonečných vláken a u přízí ze staplových vláken).

Mezi čtyři základní principy docílení soudržnosti patří zákrut, ovíjení, zaoblování a pojení.

Z hodnot ploch soudržné  $A_S$  a klouzavé  $A_K$  práce vypočteme koeficient zpracovatelnosti dle:

$$K = \frac{A_S}{A_K} \quad (34)$$

kde:

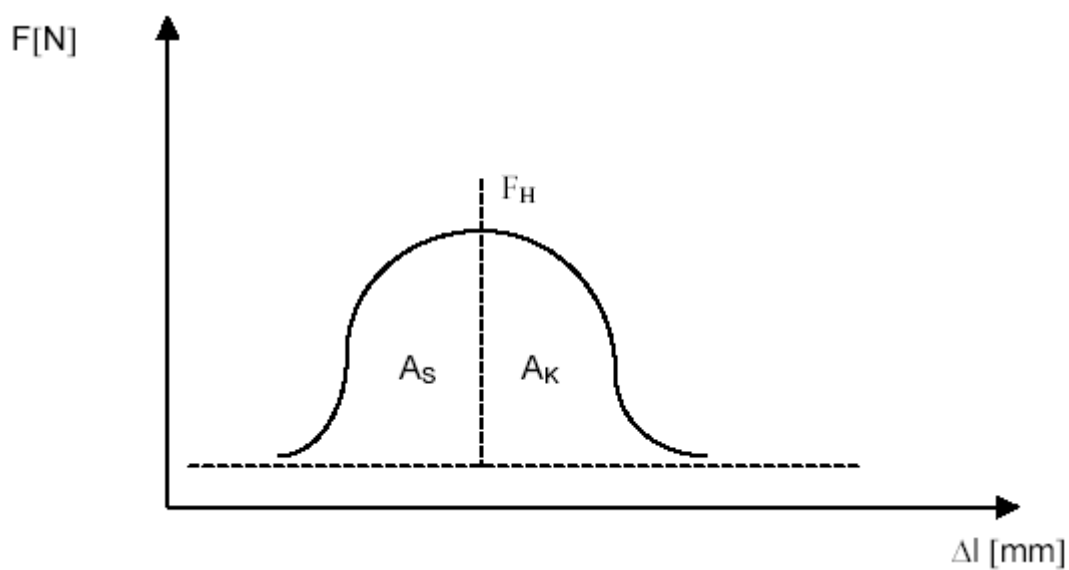
$A_S$ .....práce soudržná [J]

$A_K$  .....práce klouzavá [J]

$K$ ..... koeficient [1]

Zkouška se provádí na testovacím přístroji Tira-test 2300. Upínací délka vláknenného poloproduktu musí být větší než maximální délka. Vlákna jsou napřimována a postupně napínána až do maximální pevnosti  $F_H$  vláknenného produktu. Přístroj zaznamenává graf, který vyjadřuje oblast soudržnosti plochy  $A_S$ . Po dosažení  $F_H$  dochází ke skluzu vláken, který se vyjadřuje pomocí plochy grafu  $A_K$ .





kde:

$A_S$  ..... práce soudržná [J]

$A_K$  ..... práce klouzavá [J]

$F_H$  ..... maximální pevnost vlákenného produktu [N]

$K$  ..... koeficient [1]

$A_C$  ..... práce celková [J]

$\Delta l$  ..... prodloužení vlákna [mm]

### 3. Experimentální část

Cílem této práce bylo

- vytvořit podklady pro hodnocení spektrogramů vybraných přádelnických strojů
- vyrobit pramen na laboratorním posukovacím stroji a přízi na laboratorním prstencovém dopřádacím stroji
- vyhodnotit spektrogramy vyrobených produktů s použitím podkladů

Experimentální část byla provedena v laboratořích KTT Fakulty textilní TUL na laboratorním posukovacím stroji a na laboratorním prstencovém dopřádacím stroji.

Posukovacímu stroji bylo předloženo 6 bavlněných pramenů neznámých parametrů. Prstencovému dopřádacímu stroji byly předloženy 4 bavlněné přástové cívky, rovněž neznámých parametrů.

Před začátkem experimentu bylo nutné zjistit parametry pramenů a přástů. Předlohové prameny byly označeny č. 1 – 6, přásty byly označeny dle jejich umístění na stroji (1. – 4. spřádací místo). Rovněž bylo třeba zjistit nastavení (seřízení) strojů a případně je upravit dle aktuální délky vláken předlohy.

Na posukovacím stroji bylo vyrobeno 750 m pramene. Na prstencovém dopřádacím stroji byly vyrobeny 3 potáče příze z každého spřádacího místa. V rámci experimentu bylo provedeno měření jemnosti vyrobených produktů a měření hmotové nestejnoměrnosti nejen výstupních, ale i vstupních délkových vlákenných útvarů s cílem vyhodnotit spektrogramy.

V následujících kapitolách jsou popsány jednotlivé kroky experimentální činnosti.

#### 3.1 Délka vláken

Délka byla stanovena z každého vstupního pramene a přástu. Délka vláken byla zjištěna pomocí černé skleněné desky, na níž byl nanesen glycerin. Jednotlivá vlákna se musela oddělit od pramene, přástu a napřímít. Po napřímění byly změřeny jednotlivé délky vláken a zapsány. Délka vláken byla zjišťována dle ČSN 80 0201.

Průměrná hodnota délky vláken, směrodatné odchylky délky vláken, variačního koeficientu a intervalu spolehlivosti byla spočtena na základě vztahů (25), (26), (27),

(28), (31) v teoretické části. Průměrné hodnoty pro jednotlivé vlákenné produkty (pramen vstupní a výstupní, přást) shrnuje tabulka 1. Podrobné výpočty jsou uvedeny v příloze č. 1, 2, 3.

Produkt	$\bar{l}$ [mm]	$s$ [mm]	$\nu$ [%]	$IS_{-}$ [mm]	$IS_{+}$ [mm]
Vstupní pramen č. 1	27,5	5,7	20,7	26,7	28,3
Vstupní pramen č. 2	28,3	6,3	22,3	27,4	29,1
Vstupní pramen č. 3	27,7	5,1	18,5	27,0	28,5
Vstupní pramen č. 4	28,8	5,5	19,1	28,0	29,6
Vstupní pramen č. 5	28,1	4,9	17,4	27,4	28,8
Vstupní pramen č. 6	27,5	5,3	19,3	26,8	28,3
Výstupní pramen	26,7	5,5	20,6	25,9	27,5
Přást – místo 1	27,9	5,2	18,7	27,2	28,6
Přást – místo 2	27,3	5,1	18,7	26,6	28
Přást – místo 3	27,1	4,6	17	26,4	27,7
Přást – místo 4	27,1	4,5	16,6	26,5	27,7

Tab. 1 Délka vláken jednotlivých vlákenných produktů

### 3.2 Jemnost vláken [5, 13]

Jemnost vláken byla zjištěna pomocí přístroje Micronaire pro bavlnu. Vzorkem (5g) bavlněných vláken prochází vzduch. Propustnost je udávána na stupnici přístroje jako množství vzduchu procházejícího vzorkem. Výsledky jemnosti vláken bavlny jsou udávány ve specifických jednotkách *micronaire*. Převodní vztah mezi jednotkami *micronaire* a *tex* je dle:  $T[{\text{tex}}] = Mi \cdot \frac{1000}{25400}$ . Jemnost vláken byla zjišťována dle ČSN 80 0238.

Jemnost vláken vlákenných produktů (pramen vstupní a výstupní, přást) shrnuje tabulka 2.

Produkt	Specifikace	Počet zkoušek	Průměrné hodnoty jemnosti [micronaire]	Průměrná jemnost [dtex]
Výstupní pramen	-	3	4,3	1,7
Vstupní pramen	č. 1	3	4,6	1,8
	č. 2	3	4,8	1,9
	č. 3	3	4,6	1,8
	č. 4	3	4,8	1,9
	č. 5	3	4,7	1,9
	č. 6	3	4,6	1,8

Produkt	Specifikace	Počet zkoušek	Průměrné hodnoty jemnosti [micronaire]	Průměrná jemnost [dtex]
Přást	1 místo	3	4,9	1,9
	2 místo	3	5,4	2,1
	3 místo	3	5,3	2,1
	4 místo	3	5,4	2,1

Tab. 2 Jemnost vláken jednotlivých vlákenných produktů

Jemnost jednotlivých vlákenných útvarů byla rovněž zjištěna na přístrojích Autosorter a Sartorius. Z naměřených hodnot byla vypočítána průměrná jemnost délkových vlákenných útvarů, viz. tabulka 3. U každého délkového vlákenného produktu bylo provedeno měření třikrát.

Produkt	Specifikace	Průměrná jemnost $T$ [tex]
Vstupní pramen	č. 1	4673
	č. 2	4589
	č. 3	4998
	č. 4	4781
	č. 5	4810
	č. 6	4811
Přást	1. místo	616
	2. místo	631
	3. místo	624
	4. místo	624
Příze	-	26,6
Výstupní pramen	-	4334

Tab. 3 Jemnost vlákenných produktů

### 3.3 Soudržnost vlákenných poloproduktů [5, 12]

Na testovacím přístroji Tira-test byl proměřen výstupní pramen, který nebylo možno proměřit na přístroji Uster Tester IV, a vstupní pramen č. 6, který byl proměřen na Uster Tester IV proto, aby bylo možné porovnat soudržnost.

Z výstupních grafů byla zjištěna metodou planimetrování plocha soudržné a klouzavé práce. Z hodnot ploch soudržné a klouzavé práce byl spočten koeficient zpracovatelnosti na základě vztahu (34) v teoretické části, viz. tabulka 4.

Zkouška	Výstupní pramen $K = A_S/A_K$	Vstupní pramen č. 6 $K = A_S/A_K$
1	0,2692	0,2300
2	0,2937	0,2356
3	0,2745	0,2408
4	0,2778	0,2593
5	0,2797	0,2268
6	0,2718	0,2913
7	0,2922	0,2332
8	0,2160	0,2143
9	0,2121	0,2632
10	0,2783	0,2050
Ø	0,2665	0,2399

Tab. 4 Koeficient zpracovatelnosti vlákenných produktů

Porovnáním průměrných hodnot koeficientů těchto dvou pramenů bylo zjištěno, že výstupní pramen má lepší soudržnost, protože ideální koeficient zpracovatelnosti je roven jedné a tento pramen se přibližoval jedné více než vstupní pramen č. 6. Podrobné hodnoty k výpočtu koeficientu zpracovatelnosti jsou uvedeny v příloze č. 4.

Proto byla ještě vypočítána síla potřebná k přetrhu  $F_{MAX}$  viz. tabulka 5.

Průměrná hodnota síly potřebná k přetrhu, směrodatné odchylky, variačního koeficientu a intervalu spolehlivosti byla spočtena na základě vztahů (25), (26), (27), (28), (31) v teoretické části. Průměrné hodnoty pro jednotlivé vlákenné produkty (pramen vstupní č. 6 a výstupní) shrnuje tabulka 5. Podrobné výpočty jsou uvedeny v příloze č. 5 a 6.

Produkt	$\bar{F}$ [N]	$s$ [N]	$\nu$ [%]	$IS$ [N]	$IS_+$ [N]
Vstupní pramen č. 6	0,881	0,328	37,24	0,646	1,116
Výstupní pramen	0,577	0,075	12,99	0,523	0,631

Tab. 5 Síla potřebná k přetrhu jednotlivých vlákenných produktů

Bylo zjištěno, že tahová síla, která působila na pramen při měření na Uster Tester IV byla větší než pevnost pramene potřebná k přetržení pramene.

### 3.4 Seřízení posukovací stroje

#### Průběh experimentu

Posukovacímu stroji bylo předloženo šest různých bavlněných pramenů. Cílem bylo vyrobit jeden pramen. K tomu bylo nutné seřídit stroj (usazení válců v průtahovém ústrojí). Toto seřízení doporučuje výrobce na základě předpisu v [10]. Seřízení se provádí podle velké efektivní délky ( $l_E = 32$  mm), která byla zjištěna z kladeného staplu. Předpis uvádí:

- usazení předního válečku k střednímu válečku      -  $l_E + 6,35$  mm
- usazení středního válečku k zadnímu válečku      - ne větší než  $l_E + 4,76$  mm
- usazení zadního válečku k zadnímu válečku II      -  $l_E + 15,87$  mm.

#### Technické parametry stroje

Technické parametry stroje byly čerpány z technické dokumentace a některé parametry bylo nutné změřit posuvným měřítkem (označeno modře).

Průměr předního přítlačného válečku:	$d_1$	3,60 cm
Průměr předního válečku spodního:	$d_2$	3,81 cm
Průměr středního přítlačného válečku:	$d_3$	3,60 cm
Průměr středního válečku spodního:	$d_4$	3,81 cm
Průměr zadního přítlačného válečku:	$d_5$	3,60 cm
Průměr zadního válečku spodního:	$d_6$	3,81 cm
Průměr zadního přítlačného válečku II:	$d_{pII}$	3,60 cm
Průměr zadního válečku spodního II:	$d_{sII}$	3,81 cm
Průměr bubnu podávacího válce:	$d_{bp}$	6,99 cm
Průměr zadního válečku:	$d_{zv}$	3,81 cm
Průměr kalandrovacích válců:	$d_k$	7,62 cm
Průměr bubnového hnacího válce:	$d_{bh}$	8,62 cm



Obr. 13 Laboratorní posukovací stroj Shirley

## Průtahy

Průtahy byly spočteny s využitím měn (počtů zubů ozubených kol) uvedených v kinematickém schématu laboratorního posukovacího stroje, který je součástí technické dokumentace stroje [10]. Bylo zjištěno aktuální nastavení stroje a ověřeno, zda se celkový průtah rovná družení.

## Průtahy dílčí

*Průtah mezi středním a předním válečkem*

$$P_1 = \frac{40 \cdot 90 \cdot B \cdot 38,1}{50 \cdot 51 \cdot 35 \cdot 31,75} = 0,048 \cdot B$$

$$P_{1(\min)} = 0,048 \cdot 40 = 1,9$$

$$P_{1(\max)} = 0,048 \cdot 117 = 5,6$$

$$P_{1(\text{aktuální})} = 0,048 \cdot 51 = 2,5$$

Měna A (47 – 87) zubů  
 Měna B (40 – 117) zubů  
 Měna C (97 – 101) zubů  
 Aktuální počet zubů měny B (51) zubů

*Průtah mezi zadním válečkem a středním válečkem*

$$P_2 = \frac{50 \cdot 31,75}{40 \cdot 38,1} = 1,04$$

*Průtah mezi zadním válečkem a zadním válečkem II*

$$P_3 = \frac{100 \cdot 38,1}{50 \cdot 38,1} = 2,0$$

## Celkový průtah mezi předním válečkem a zadním válečkem II

$$P_c = \frac{100 \cdot 90 \cdot B \cdot 38,1}{50 \cdot 51 \cdot 35 \cdot 38,1} = 0,10 \cdot B$$

$$P_{c(\min)} = 0,10 \cdot 40 = 4$$

$$P_{c(\max)} = 0,10 \cdot 117 = 11,7$$

$$P_{c(51)} = 0,10 \cdot 51 = 5,1$$

## 3.5 Podklady k vyhodnocení spektrogramů pramene z laboratorního posukovacího stroje

Obecné vztahy pro výpočet vlnových délek příslušejících pracovním orgánům laboratorního posukovacího stroje podle manuálu firmy Zellweger Uster [3] jsou uvedeny v tabulce 6.

Pracovní orgán	Vlnová délka $\lambda_i$ [cm]
Přední přitlačný váleček	$\lambda_1 = \pi \cdot d_1$
Přední váleček spodní	$\lambda_2 = \pi \cdot d_2$
Střední přitlačný váleček	$\lambda_3 = \pi \cdot d_3 \cdot P_1$
Střední váleček spodní	$\lambda_4 = \pi \cdot d_4 \cdot P_1$
Zadní přitlačný váleček	$\lambda_5 = \pi \cdot d_5 \cdot P_2$
Zadní váleček spodní	$\lambda_6 = \pi \cdot d_6 \cdot P_2$
Zadní přitlačný váleček II	$\lambda_7 = \pi \cdot d_{pII} \cdot P_c$
Zadní váleček II spodní	$\lambda_8 = \pi \cdot d_{sII} \cdot P_c$
Kalandrovací válec	$\lambda_9 = \pi \cdot d_k \cdot P_c$
Průtahové vlny	$\lambda_{10} \approx 2,75 \cdot \bar{l}$

Tab. 6 Vlnové délky příslušející pracovním orgánům laboratorního posukovacího stroje

Pro konkrétní seřízení laboratorního posukovacího stroje byly podle vztahů uvedených v tabulce 6 vypočítány vlnové délky příslušející jednotlivým pracovním orgánům posukovacího stroje.

Průměrná hodnota délky vláken  $\bar{l} = 2,8$  cm vstupních pramenů uvedená v tabulce 7 byla spočtena na základě vztahů (25), (26), (27), (28), (31) v teoretické části. Podrobné výpočty jsou uvedeny v příloze č. 1, 2. 3.



Pracovní orgán	Vlnová délka $\lambda_i$ [cm]	Rozsah vlnové délky v závislosti na měně $B$ [cm]	Vlnová délka odpovídající prac. orgánu při aktuálním nastavení stroje $B = 51$ zubů [cm]
Přední přítlačný váleček	$\lambda_1 = \pi \cdot 3,6$	11	11
Přední váleček spodní	$\lambda_2 = \pi \cdot 3,81$	12	12
Střední přítlačný váleček	$\lambda_3 = \pi \cdot 3,6 \cdot 0,048 \cdot B$	$22 \div 64$	28
Střední váleček spodní	$\lambda_4 = \pi \cdot 3,175 \cdot 0,048 \cdot B$	$19 \div 56$	24
Zadní přítlačný váleček	$\lambda_5 = \pi \cdot 3,6 \cdot 1,04 \cdot B$	$470 \div 1376$	600
Zadní váleček spodní	$\lambda_6 = \pi \cdot 3,81 \cdot 1,04 \cdot B$	$498 \div 1456$	635
Zadní přítlačný váleček II	$\lambda_7 = \pi \cdot 3,6 \cdot 0,10 \cdot B$	$45 \div 132$	58
Zadní váleček II spodní	$\lambda_8 = \pi \cdot 3,81 \cdot 0,10 \cdot B$	$48 \div 140$	61
Kalandrovací válec	$\lambda_9 = \pi \cdot 7,62 \cdot 0,10 \cdot B$	$96 \div 280$	122
Průtahové vlny	$\lambda_9 \approx 2,75 \cdot 2,8$	8	8

Tab. 7 Vlnové délky odpovídající pracovním orgánům posukovacího stroje

### 3.6 Seřízení laboratorního prstencového dopřádacího stroje

#### Průběh experimentu

Předlohou prstencového dopřádacího stroje byl neznámý bavlněný přást navinutý na přástové cívce. Cílem bylo vyrobit přízi navíjenou na potáč. K tomu bylo nutné seřídit stroj podle kinematického schématu laboratorního prstencového dopřádacího stroje [11].

První průtahové ústrojí, které umožňuje zjemnit pramen, bylo vyřazeno. Byl vypřádán pouze přást.

#### Technické parametry stroje [11]

Technické parametry stroje byly čerpány z technické dokumentace a některé parametry bylo nutné změřit posuvným měřítkem (označeno modře). Průměry spodních válečků jsou totožné s průměry přítlačných válečků.

Počet vřeten:	-	8
Rozteč vřeten:	-	7,62 cm
Zdvih prstencové lavice:	-	15,24 cm
Délka spodního řemínku:	$l_2$	1,66 cm
Délka horního řemínku:	$l_1$	1,71 cm
Průměr prstence:	$d_p$	4,45 cm
Průměr vřetene (s prázdným potáčem):	$d_v$	2,10 cm
Průměr vřetene (s plným potáčem):	$d_c$	3,40 cm
Průměr předního spodního válečku:	$d_3$	2,54 cm
Průměr středního spodního válečku:	$d_2$	2,64 cm
Průměr zadního spodního válečku:	$d_1$	2,54 cm



Obr. 14 Laboratorní prstencový dopřádací stroj Shirley

### Dílčí průtahy

Dílčí průtahy byly spočteny s využitím znalosti měn (počtu zubů ozubených kol) na základě kinematického schématu laboratorního prstencového dopřádacího stroje [11].

*Průtah mezi středním a předním válečkem*

$$P_I = \frac{40 \cdot 60 \cdot 66 \cdot 66 \cdot 25,4}{25 \cdot A \cdot 24 \cdot 24 \cdot 26,4} = \frac{698,5}{A}$$

$$P_{I(\min)} = \frac{698,5}{23} = 30,369$$

Měna A (23 – 87) zubů  
 Měna C (22 – 65) zubů  
 Zákrutová měna (23 – 87) zubů  
 Aktuální počet zubů měny A (32) zubů  
 Aktuální počet zubů zákrutové měny (65) zubů

$$P_{l(\max)} = \frac{698,5}{87} = 8,028$$

$$P_{l(\text{aktuální})} = \frac{698,5}{32} = 21,828$$

*Průtah mezi zadním válečkem a středním válečkem*

$$P_2 = \frac{37 \cdot 36 \cdot 26,4}{36 \cdot 34 \cdot 25,4} = 1,131$$

### **Celkový průtah mezi předním válečkem a zadním válečkem**

Celkový průtah byl spočten na základě kinematického schématu laboratorního prstencového dopřádacího stroje [11].

$$P_c = \frac{37 \cdot 36 \cdot 40 \cdot 60 \cdot 66 \cdot 66 \cdot 25,4}{36 \cdot 34 \cdot 25 \cdot A \cdot 24 \cdot 24 \cdot 25,4} = \frac{790,058}{A}$$

$$P_{c(\min)} = \frac{790,058}{23} = 34,350$$

$$P_{c(\max)} = \frac{790,058}{87} = 9,081$$

$$P_{c(\text{aktuální})} = \frac{790,058}{32} = 24,69$$

### **Výpočet zákrutu laboratorního prstencového dopřádacího stroje fy Shirley**

Zákrut byl počítán na základě kinematického schématu laboratorního prstencového stroje, který je součástí [11], viz. obrázek 12.

$$n_{vř} = 1400 \cdot \frac{140 \cdot 240}{170 \cdot 25,4} = 10893,9 \text{ ot/min}$$

$$v_{od} = \pi \cdot 0,0254 \cdot 1400 \cdot \frac{140 \cdot 41 \cdot 65 \cdot 120 \cdot 18}{170 \cdot 86 \cdot 120 \cdot 90 \cdot 36} = 15,84 \text{ m/min}$$

$$Z = \frac{10893,9}{15,84} = 687,75 \text{ z/m}$$

### 3.7 Podklady k vyhodnocení spektrogramů příze z laboratorního prstencového dopřádacího stroje

Obecné vztahy pro výpočet vlnových délek příslušejících pracovním orgánům prstencového dopřádacího stroje podle manuálu firmy Zellweger Uster [3] jsou uvedeny v tabulce 8.

Pracovní orgán	Vlnová délka $\lambda_i$ [cm]
Přední přítlačný váleček	$\lambda_1 = \pi \cdot d_3$
Střední přítlačný váleček	$\lambda_2 = \pi \cdot d_2 \cdot P_1$
Zadní přítlačný váleček	$\lambda_3 = \pi \cdot d_1 \cdot P_c$
Horní řemínek	$\lambda_4 = l_1 \cdot P_1$
Spodní řemínek	$\lambda_5 = l_2 \cdot P_1$
Běžec	$\lambda_6 = \pi \cdot d_p$
Vřeteno s plným potáčem	$\lambda_7 = \pi \cdot d_c$
Vřeteno s prázdným potáčem	$\lambda_8 = \pi \cdot d_v$
Průtahové vlny	$\lambda_9 \approx 2,75 \cdot \bar{l}$

Tab. 8 Vlnové délky příslušející pracovním orgánům laboratorního PDS [3]

Pro konkrétní seřízení laboratorního prstencového dopřádacího stroje byly vypočítány vlnové délky příslušející jednotlivým pracovním orgánům PDS podle vztahů uvedených v tabulce 8.

Průměrná hodnota délky vláken  $\bar{l} = 2,73$  cm přástu uvedená v tabulce 9 byla spočtena na základě vztahů (25), (26), (27), (28), (31) v teoretické části. Podrobné výpočty jsou uvedeny v příloze č. 1, 2, 3.

Pracovní orgán	Vlnová délka $\lambda_i$ [cm]	Rozsah vlnové délky v závislosti na měně $A$ [cm]	Vlnová délka odpovídající prac. orgánů při aktuálním nastavení stroje $A = 32$ zubů [cm]
Přední přítlačný vál.	$\lambda_1 = \pi \cdot 2,54$	8	8
Střední přítlačný vál.	$\lambda_2 = \pi \cdot 2,64 \cdot \frac{698,5}{A}$	$67 \div 252$	181
Zadní přítlačný vál.	$\lambda_3 = \pi \cdot 2,54 \cdot \frac{790,058}{A}$	$72 \div 274$	197
Horní řemínek	$\lambda_4 = 16,6 \cdot \frac{698,5}{A}$	$133 \div 504$	362
Dolní řemínek	$\lambda_5 = 17,1 \cdot \frac{698,5}{A}$	$137 \div 519$	373
Běžec	$\lambda_6 = \pi \cdot 4,45$	14	14
Vřeteno s plným potáčem	$\lambda_7 = \pi \cdot 3,4$	11	11
Vřeteno s prázdným potáčem	$\lambda_8 = \pi \cdot 2,1$	7	7
Průtahové vlny	$\lambda_9 \approx 2,75 \cdot 2,73$	8	8

Tab. 9 Vlnové délky odpovídající pracovním orgánům prstencového doprřadacího stroje

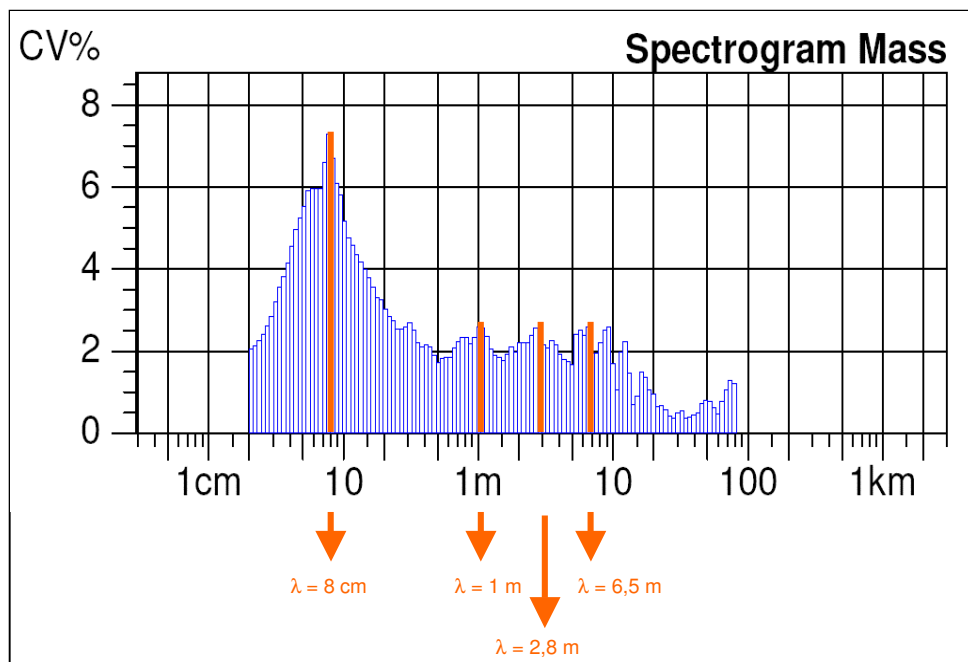
### 3.8 Měření hmotové nestejnoměrnosti a využití podkladů k vyhodnocení spektrogramů

Měření hmotové nestejnoměrnosti vstupních a výstupních délkových vlákenných útvarů bylo provedeno na přístroji Uster Tester IV. Rychlost a doba měření jednotlivých vlákenných produktů je uvedena v tabulce 10.

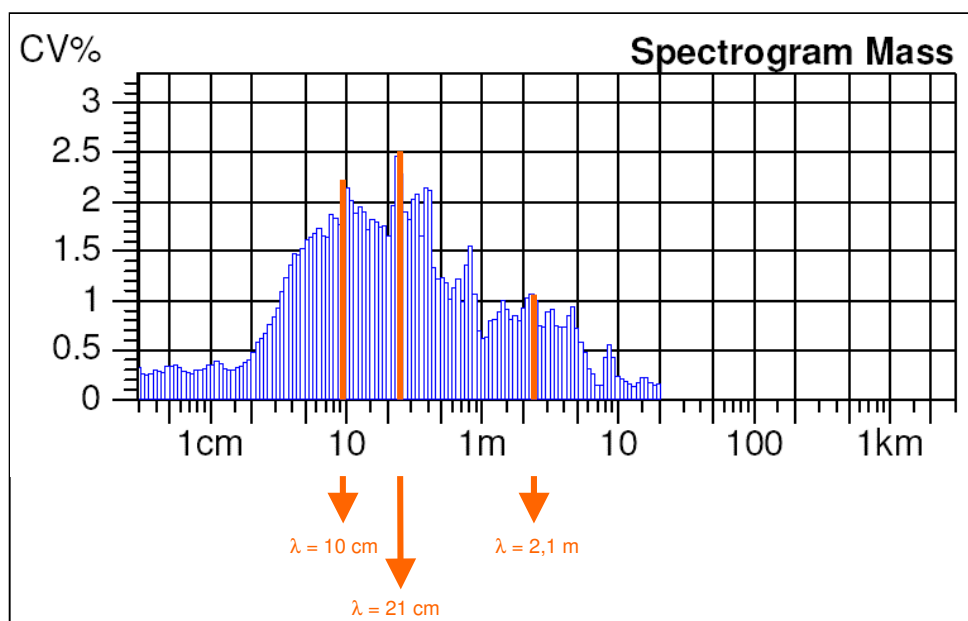
Vlákenný produkt	Specifikace	Rychlost měření $v$ [m/min]	Doba měření $t$ [min]	Jemnost vlákenných produktů $T$ [tex]
Vstupní pramen	č. 1 - 6	10	5	4777
Přást	1. místo	10	10	620
	2. místo	10	10	631
	3. místo	10	10	624
	4. místo	10	10	624
Příze	-	400	1	26,6

Tab. 10 Parametry měření

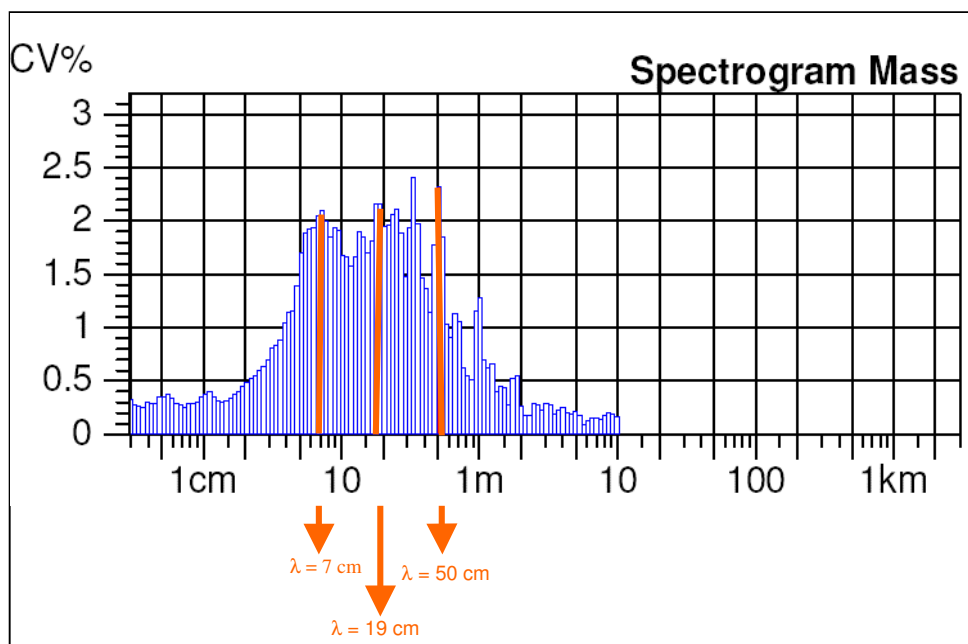
Na obrázcích 15 – 17 jsou uvedeny ukázky spektrogramů příze, přástu a pramene.



Obr. 15 Příklad vlnové délky odpovídající zvýšené amplitudě charakteristického a kupovitého spektra ve spektrogramu příze (1. sada, 2. místo)



Obr. 16 Příklad vlnové délky odpovídající zvýšené amplitudě charakteristického a kupovitého spektra ve spektrogramu přástu (druhé místo)



Obr. 17 Příklad vlnové délky odpovídající zvýšené amplitudě charakteristického a kupovitého spektra ve spektrogramu vstupního pramene (pramen č.1)

### 3.8.1 Koeficient zpracovatelnosti

Výstupní pramen nebylo možné proměřit na Uster Tester IV, protože vždy došlo k přetrhu pramene mezi vodícími kolíky a odtahovými válci. Proto bylo navrženo provést měření a výpočet koeficientu zpracovatelnosti.

Na testovacím přístroji Tira-test byl proměřen výstupní pramen, který nebylo možno proměřit na přístroji Uster Tester IV, a vstupní pramen č. 6, který byl proměřen na Uster Tester IV proto, aby bylo možné porovnat soudržnost.

Výsledkem byly grafy z nichž byla zjištěna metodou planimetrování plocha soudržné a klouzavé práce. Z hodnot ploch soudržné a klouzavé práce byl spočten koeficient zpracovatelnosti  $K$ .

Porovnáním průměrných hodnot koeficientů těchto dvou pramenů bylo zjištěno, že výstupní pramen má lepší soudržnost, protože ideální koeficient zpracovatelnosti je roven jedné a tento pramen se přibližoval jedné více než vstupní pramen č. 6.

Proto byla ještě vypočítána síla potřebná k přetrhu  $F_{MAX}$  viz. tabulka 5. Bylo zjištěno, že tahová síla, která působila na pramen při měření na Uster Tester IV byla větší než pevnost pramene potřebná k přetržení pramene.

I přesto, že má výstupní pramen malou pevnost a trhá se, lze vypřádat přízi na bezvřetenovém rotorovém spřádacím stroji.

### 3.8.2 Vyhodnocení spektrogramů

V rámci vyhodnocení spektrogramů byly sledovány vlnové délky zvýšených amplitud charakteristických a kupovitých spekter viz. tabulka 11.

Produkt	Specifikace	Vlnová délka $\lambda$
Vstupní pramen	č. 1	$\lambda = 7; 19; 50$ cm
	č. 2	$\lambda = 7; 20; 30; 50$ cm
	č. 3	$\lambda = 7; 20; 32$ cm; 1 m
	č. 4	$\lambda = 8; 30; 50; 90$ cm
	č. 5	$\lambda = 7; 10; 20; 30$ cm; 1 m
	č. 6	$\lambda = 7; 20; 50$ cm; 1 m
Přást	1. místo	$\lambda = 6; 10; 25$ cm
	2. místo	$\lambda = 10; 21$ cm; 2,1 m
	3. místo	$\lambda = 10; 30$ cm; 5 m
	4. místo	$\lambda = 8; 24$ cm; 4 m
Příze	1 sada – 1. místo	$\lambda = 5; 9$ cm; 1,5; 6 m
	2 sada – 1. místo	$\lambda = 8; 90$ cm; 4; 10 m
	3 sada – 1. místo	$\lambda = 8; 99$ cm; 3; 8 m
	1 sada – 2. místo	$\lambda = 8$ cm; 1; 2,8; 6,5 m
	2 sada – 2. místo	$\lambda = 5; 8; 90$ cm; 4; 6; 9 m
	3 sada – 2. místo	$\lambda = 5; 10$ cm; 1; 5 m
	1 sada – 3. místo	$\lambda = 7$ cm; 1; 2; 8 m
	2 sada – 3. místo	$\lambda = 8; 5$ cm; 1; 2,5; 5 m
	3 sada – 3. místo	$\lambda = 8; 99$ cm; 6 m
	1 sada – 4. místo	$\lambda = 6; 7$ cm; 3; 5 m
	2 sada – 4. místo	$\lambda = 6; 7; 80$ cm; 3; 5 m
	3 sada – 4. místo	$\lambda = 6; 7$ cm; 1; 5; 10 m

Tab. 11 Tabulka vlnových délek odpovídající zvýšeným amplitudám charakteristického a kupovitého spektra ve spektrogramu

Výstupy z Uster Tester IV pro všechny specifikace vstupního pramene / přástu / příze v tabulce 11 jsou uvedeny v příloze č. 9.

### Výsledky

1. Porovnáním vlnových délek extrémních amplitud ve spektrogramech příze a vlnových délek odpovídajících příslušnému pracovnímu orgánu prstencového dopřádacího stroje v tabulce 7 bylo zjištěno, že příčinou vzniku periodické nestejnomyšlosti na vlnové délce  $\lambda \approx 8$  cm je **přední přítlačný váleček**.



2. Nestejnoměrnost *přástu* na vlnových délkách  $\lambda \approx 6$  cm a  $\lambda \approx 25$  cm (1. místo) se vlivem průťahu na PDS projeví v *přízi* na vlnových délkách  $\lambda \approx 1,3$  m a  $\lambda \approx 5,5$  m (1. sada, 1. místo), neboť  $\lambda \cdot P_{1(32)} = 6 \text{ cm} \cdot 21,8 / 100 = 1,3 \text{ m}$ .
3. Analogicky s bodem 2: Nestejnoměrnost *přástu* na vlnových délkách  $\lambda \approx 10$  cm a  $\lambda \approx 1$  cm (2. místo) se vlivem průťahu na PDS projeví v *přízi* na vlnových délkách  $\lambda \approx 2,8$  m a  $\lambda \approx 4,6$  m (1., 2. sada, 2. místo).
4. Analogicky s bodem 2: Nestejnoměrnost *přástu* na vlnových délkách  $\lambda \approx 10$  cm a  $\lambda \approx 30$  cm (3. místo) se vlivem průťahu na PDS projeví v *přízi* na vlnových délkách  $\lambda \approx 2,8$  m a  $\lambda \approx 6,5$  m (1., 2., 3. sada, 3. místo).
5. Analogicky s bodem 2: Nestejnoměrnost *přástu* na vlnových délkách  $\lambda \approx 8$  cm a  $\lambda \approx 24$  cm (4. místo) se vlivem průťahu na PDS projeví v *přízi* na vlnových délkách  $\lambda \approx 5$  m a  $\lambda \approx 2$  m (1., 2., 3. sada, 4. místo).

Shrnutí bodů 2.-5.: Vlivem průťahu na PDS byla **nestejnoměrnost přástu přenesena do nestejnoměrnosti příze**.

### 3.9 Zařazení příze dle Uster Statistics [1, 2, 3]

Jak již bylo uvedeno v kapitole 2.3.4 standardy Uster Statistics slouží k porovnání různých parametrů hmotové nestejnoměrnosti vyrobené příze s ostatními na trhu se vyskytujícími přízemi stejného typu a jemnosti.

Firma Zellweger Uster shromažďuje celosvětově údaje o nestejnoměrnosti vyráběných přízí a tyto údaje statisticky zpracovává v podobě grafů. Z grafů je možné určit, zda je výrobci vyráběna kvalitní či nekvalitní příze.

Námi vyrobená příze (všechna spřádací místa) o jemnosti  $T = 26,6$  tex na laboratorním prstencovém dopřádacím stroji má naměřené průměrné hodnoty  $CV_m$  [%], *Thin* -40% [/km], *Thin* -50% [/km], *Thick* +35% [/km], *Thick* +50% [/km] a  $H$  [1] shrnuté v tabulkách 12 a 13. Po vyhledání příslušného grafu v příručce Uster Statistics a podle parametrů bylo zjištěno, že tyto příze leží za linií 95%. Tzn., že 95% výrobců vyrábí přízi kvalitnější, než je námi vyrobená příze => příze je velmi nekvalitní. Průměrné hodnoty jednotlivých parametrů jsou podrobně uvedeny v příloze č. 7.

Produkt	Specifikace	Počet zkoušek	Průměrná hodnota $CV_m$ [%]
Vstupní pramen	č. 1	1	8,15
	č. 2	1	6,01
	č. 3	1	8,56
	č. 4	1	6,58
	č. 5	1	7,07
	č. 6	1	7,75
Přást	1. místo	1	8,65
	2. místo	1	8,45
	3. místo	1	8,43
	4. místo	1	8,24
Příze	1 sada – 1. místo	3	22,72
	2 sada – 1. místo		
	3 sada – 1. místo		
	1 sada – 2. místo	3	23,41
	2 sada – 2. místo		
	3 sada – 2. místo		
	1 sada – 3. místo	3	21,31
	2 sada – 3. místo		
	3 sada – 3. místo		
	1 sada – 4. místo	3	21,13
	2 sada – 4. místo		
	3 sada – 4. místo		

Tab. 12 Průměrná hodnota  $CV_m$  jednotlivých vlákenných produktů

Produkt	Specifikace	Počet zkoušek	Průměrná hodnota				
			Thin – 40 % [ /km ]	Thin – 50 % [ /km ]	Thick + 35 % [ /km ]	Thick + 50 % [ /km ]	H [1]
Příze	1 sada – 1. místo	3	2741	629	3743	1572	7,26
	2 sada – 1. místo						
	3 sada – 1. místo						
	1 sada – 2. místo	3	3234	819	4000	1654	7,22
	2 sada – 2. místo						
	3 sada – 2. místo						
	1 sada – 3. místo	3	1946	302	3167	1180	6,99
	2 sada – 3. místo						
	3 sada – 3. místo						
	1 sada – 4. místo	3	2090	371	3184	1107	7,16
	2 sada – 4. místo						
	3 sada – 4. místo						

Tab. 13 Průměrné hodnoty  $CV_m$ , Thin -40%, Thin -50% , Thick +35%, Thick +50% a H příze

## 4. Závěr

Cílem této práce byla tvorba podkladů pro hodnocení spektrogramů pramene z laboratorního posukovacího stroje a příze z laboratorního prstencového dopřádacího stroje nacházejících se v laboratoři KTT metodou firmy Zellweger Uster. Podklady byly vytvořeny a jsou popsány v kapitolách 3.5 a 3.7.

Na základě těchto podkladů byly vyhodnoceny spektrogramy příze. Jejich analýzou byla identifikována vadná součást laboratorního prstencového dopřádacího stroje – přední přítlačný váleček. Dále bylo analýzou spektrogramů zjištěno, že vlivem průtahu na laboratorním prstencovém dopřádacím stroji byla nestejnoměrnost přástu přenesena do nestejnoměrnosti příze.

Spektrogramy pramene z laboratorního posukovacího stroje nemohly být vyhodnoceny, protože výstupní pramen nebylo možné proměřit na přístroji Uster Tester IV – vždy totiž došlo k přetrhu pramene mezi vodícími kolíky a odtahovými válci. Proto bylo pouze provedeno měření a výpočet koeficientu zpracovatelnosti pramene.

## 5. Použitá literatura

- [ 1 ] Ursíny, P.: Předání I a II, Skripta TU v Liberci, 2001
- [ 2 ] Cihlářová, E.: Hmotová nestejnoměrnost délkových a plošných textilií, Skripta TU v Liberci, 2003  
<http://www.ft.vslib.cz/database/skripta/data/2003-01-15/07-22-20.pdf>
- [ 3 ] Application Handbook of Uster Tester IV, (Uživatelská příručka ke stroji Uster Tester IV), firma Zellweger Uster
- [ 4 ] Moučková (Cihlářová), E.: Přednášky z předmětu Předání, TU v Liberci, 2006  
<http://www.ft.vslib.cz/database/skripta/data/2006-09-22/11-15-46.pdf>
- [ 5 ] Maršálová, M.: Návod na cvičení z předmětu Zpracovatelské vlastnosti textilních vláken, TU v Liberci, 2003  
<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060106/zvt-navodynacviceni.pdf>
- [ 6 ] Kovačič, V.: Zkoušení textilií II, Skripta TU v Liberci, 2006  
<http://skripta.ft.tul.cz/data/2006-03-22/12-33-21.pdf>
- [ 7 ] Kovačič, V.: Zpracovatelské vlastnosti textilních vláken, Skripta TU v Liberci, 2006  
<http://www.ft.vslib.cz/database/skripta/data/2006-03-22/09-30-27.pdf>
- [ 8 ] Mejzlíková, V.: Stanovení délky vláken měřením délky jednotlivých vláken – ČSN 80 0201, Úřad pro normalizaci a měření, Praha, 1973
- [ 9 ] Houdek, J.: Bavlna – Stanovení mikronénní hodnoty – ČSN 80 0238, Centrum služeb pro normalizaci, Praha, 1992
- [ 10 ] Technická dokumentace laboratorního posukovacího stroje fy Shirley
- [ 11 ] Technická dokumentace laboratorního prstencového dopřádacího stroje fy Shirley
- [ 12 ] [http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060106/zvt\\_p\\_1.pdf](http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060106/zvt_p_1.pdf)
- [ 13 ] Kovačič, V.: Zkoušení textilií I, Skripta TU v Liberci, 2006  
<http://www.ft.vslib.cz/database/skripta/data/2006-03-22/11-16-13.pdf>



## **Přílohy**



## Seznam příloh:

<b>Příloha č. 1</b>	<b>Délka vláken v pramenu 1 – 6</b>
<b>Příloha č. 2</b>	<b>Délka vláken v přástu 1. – 4. místo</b>
<b>Příloha č. 3</b>	<b>Délka vláken ve výstupním pramenu</b>
<b>Příloha č. 4</b>	<b>Data k výpočtu koeficientu zpracovatelnosti</b>
<b>Příloha č. 5</b>	<b>Síla potřebná k přetrhu výstupního pramene</b>
<b>Příloha č. 6</b>	<b>Síla potřebná k přetrhu vstupního pramene č. 6</b>
<b>Příloha č. 7</b>	<b>Uster Statistics – standardní průměrné hodnoty CV<sub>m</sub>, Thin -40%, Thin -50%, Thick +35%, Thick +50% a H</b>
<b>Příloha č. 8</b>	<b>Uster Statistics – příslušné grafy k CV<sub>m</sub>, Thin -40%, Thin -50%, Thick +35%, Thick +50% a H</b>
<b>Příloha č. 9</b>	<b>Protokoly z Uster Tester IV</b>

## Příloha č. 1

Pramen č. 1							
$j$	$l_{jd} - l_{jh}$ [mm]	$l_j$ [mm]	$n_j$	$f_j$ [%]	$l_j^2 \cdot n_j$	$l_j \cdot n_j$	$P_j$ [%]
1	10 – 12	11	3	1,5	363	33	100
2	12 – 14	13	2	1	338	26	98,5
3	14 – 16	15	3	1,5	675	45	97,5
4	16 – 18	17	5	2,5	1445	85	96
5	18 – 20	19	10	5	3610	190	93,5
6	20 – 22	21	10	5	4410	210	88,5
7	22 – 24	23	14	7	7406	322	83,5
8	24 – 26	25	22	11	13750	550	76,5
9	26 – 28	27	27	13,5	19683	729	65,5
10	28 – 30	29	35	17,5	29435	1015	52
11	30 – 32	31	27	13,5	25947	837	34,5
12	32 – 34	33	17	8,5	18513	561	21
13	34 – 36	35	16	8	19600	560	12,5
14	36 – 38	37	9	4,5	12321	333	4,5
$\Sigma$	-	336	200	-	157496	5496	-

### Průměrná délka vláken:

$$\bar{l} = \frac{1}{200} \cdot 5496 = \underline{27,48 \text{ mm}}$$

### Směrodatná odchylka délky vláken

$$s^2 = \frac{1}{199} \cdot (157496 - (27,48^2 \cdot 200)) = \underline{32,49 \text{ mm}^2}$$

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{32,49} = \underline{5,7 \text{ mm}}$$

### Variační koeficient délky vláken

$$v = \frac{5,7}{27,48} \cdot 100 = \underline{20,74 \%}$$

### 95 % interval spolehlivosti střední hodnoty délky vláken

$$IS_+ = \underline{28,27 \text{ mm}}$$

$$IS_- = \underline{26,69 \text{ mm}}$$

<b>Pramen č. 2</b>							
$j$	$l_{jd} - l_{jh}$ [mm]	$l_j$ [mm]	$n_j$	$f_j$ [%]	$l_j^2 \cdot n_j$	$l_j \cdot n_j$	$P_j$ [%]
1	10 – 12	11	3	1,5	363	33	100
2	12 – 14	13	2	1	338	26	98,5
3	14 – 16	15	5	2,5	1125	75	97,5
4	16 – 18	17	6	3	1734	102	95
5	18 – 20	19	8	4	2888	152	92
6	20 – 22	21	6	3	2646	126	88
7	22 – 24	23	18	9	9522	414	85
8	24 – 26	25	10	5	6250	250	76
9	26 – 28	27	25	12,5	18225	675	71
10	28 – 30	29	30	15	25230	870	58,5
11	30 – 32	31	36	18	34596	1116	43,5
12	32 – 34	33	14	7	15246	462	25,5
13	34 – 36	35	21	10,5	25725	735	18,5
14	36 – 38	37	8	4	10952	296	8
15	38 - 40	39	5	2,5	7605	195	4
16	40 - 42	41	3	1,5	5043	123	1,5
$\Sigma$	-	416	200	-	167488	5650	-

#### Průměrná délka vláken

$$\bar{l} = \frac{1}{200} \cdot 5650 = \underline{28,25 \text{ mm}}$$

#### Směrodatná odchylka délky vláken

$$s^2 = \frac{1}{199} \cdot (167488 - (28,25^2 \cdot 200)) = \underline{39,58 \text{ mm}^2}$$

$$s = \sqrt{39,58} = \underline{6,3 \text{ mm}}$$

#### Variační koeficient délky vláken

$$v = \frac{6,3}{28,25} \cdot 100 = \underline{22,27 \%}$$

#### 95 % interval spolehlivosti střední hodnoty délky vláken

$$IS_+ = \underline{29,12 \text{ mm}}$$

$$IS_- = \underline{27,38 \text{ mm}}$$



### Pramen č. 3

$j$	$l_{jd} - l_{jh}$ [mm]	$l_j$ [mm]	$n_j$	$f_j$ [%]	$l_j^2 \cdot n_j$	$l_j \cdot n_j$	$P_j$ [%]
1	12 – 14	13	1	0,5	169	13	100
2	14 – 16	15	7	3,5	1575	105	99,5
3	16 – 18	17	1	0,5	289	17	96
4	18 – 20	19	10	5	3610	190	95,5
5	20 – 22	21	8	4	3528	168	90,5
6	22 – 24	23	13	6,5	6877	299	86,5
7	24 – 26	25	24	12	15000	600	80
8	26 – 28	27	35	17,5	25515	945	68
9	28 – 30	29	25	12,5	21025	725	50,5
10	30 – 32	31	30	15	28830	930	38
11	32 – 34	33	32	16	34848	1056	23
12	34 – 36	35	10	5	12250	350	7
13	36 – 38	37	3	1,5	4107	111	2
14	38 - 40	39	1	0,5	1521	39	0,5
$\Sigma$	-	364	200	-	159144	5548	-

#### Průměrná délka vláken

$$\bar{l} = \frac{1}{200} \cdot 5548 = \underline{27,74 \text{ mm}}$$

#### Směrodatná odchylka délky vláken

$$s^2 = \frac{1}{199} \cdot (159144 - (27,74^2 \cdot 200)) = \underline{26,34 \text{ mm}^2}$$

$$s = \sqrt{26,34} = \underline{5,13 \text{ mm}}$$

#### Variační koeficient délky vláken

$$v = \frac{5,13}{27,74} \cdot 100 = \underline{18,5 \%}$$

#### 95 % interval spolehlivosti střední hodnoty délky vláken

$$IS_+ = \underline{28,45 \text{ mm}}$$

$$IS_- = \underline{27,03 \text{ mm}}$$

### Pramen č. 4

$j$	$l_{jd} - l_{jh}$ [mm]	$l_j$ [mm]	$n_j$	$f_j$ [%]	$l_j^2 \cdot n_j$	$l_j \cdot n_j$	$P_j$ [%]
1	16 – 18	17	5	2,5	1445	85	100
2	18 – 20	19	11	5,5	3971	209	97,5
3	20 – 22	21	12	6	5292	252	92
4	22 – 24	23	6	3	3174	138	86
5	24 – 26	25	19	9,5	11875	475	83
6	26 – 28	27	35	17,5	25515	945	73,5
7	28 – 30	29	30	15	25230	870	56
8	30 – 32	31	25	12,5	24025	775	41
9	32 – 34	33	22	11	23958	726	28,5
10	34 – 36	35	20	10	24500	700	17,5
11	36 – 38	37	9	4,5	12321	333	7,5
12	38 - 40	39	2	1	3042	78	3
13	40 - 42	41	1	0,5	1681	41	2
14	42 - 44	43	1	0,5	1849	43	1,5
15	44 - 46	45	1	0,5	2025	45	1
16	46 - 48	47	1	0,5	2209	47	0,5
$\Sigma$	-	512	200	-	172112	5762	-

#### Průměrná délka vláken

$$\bar{l} = \frac{1}{200} \cdot 5762 = \underline{28,81 \text{ mm}}$$

#### Směrodatná odchylka délky vláken

$$s^2 = \frac{1}{199} \cdot (172112 - (28,81^2 \cdot 200)) = \underline{30,7 \text{ mm}^2}$$

$$s = \sqrt{30,7} = \underline{5,5 \text{ mm}}$$

#### Variační koeficient délky vláken

$$v = \frac{5,5}{28,81} \cdot 100 = \underline{19,1 \%}$$

#### 95 % interval spolehlivosti střední hodnoty délky vláken

$$IS_+ = \underline{29,58 \text{ mm}}$$

$$IS_- = \underline{28,04 \text{ mm}}$$

<b>Pramen č. 5</b>							
$j$	$l_{jd} - l_{jh}$ [mm]	$l_j$ [mm]	$n_j$	$f_j$ [%]	$l_j^2 \cdot n_j$	$l_j \cdot n_j$	$P_j$ [%]
1	14 – 16	15	1	0,5	225	15	100
2	16 – 18	17	8	4	2312	136	99,5
3	18 – 20	19	8	4	2888	152	95,5
4	20 – 22	21	8	4	3528	168	91,5
5	22 – 24	23	13	6,5	6877	299	87,5
6	24 – 26	25	24	12	15000	600	81
7	26 – 28	27	21	10,5	15309	567	69
8	28 – 30	29	40	20	33640	1160	58,5
9	30 – 32	31	34	17	32674	1054	38,5
10	32 – 34	33	22	11	23958	726	21,5
11	34 – 36	35	19	9,5	23275	665	10,5
12	36 – 38	37	1	0,5	1369	37	1
13	38 - 40	39	1	0,5	1521	39	0,5
$\Sigma$	-	351	200	-	162576	5618	-

#### Průměrná délka vláken

$$\bar{l} = \frac{1}{200} \cdot 5618 = \underline{28,09 \text{ mm}}$$

#### Směrodatná odchylka délky vláken

$$s^2 = \frac{1}{199} \cdot (162576 - (28,09^2 \cdot 200)) = \underline{23,95 \text{ mm}^2}$$

$$s = \sqrt{23,95} = \underline{4,9 \text{ mm}}$$

#### Variační koeficient délky vláken

$$v = \frac{4,9}{28,09} \cdot 100 = \underline{17,4 \%}$$

#### 95 % interval spolehlivosti střední hodnoty délky vláken

$$IS_+ = \underline{28,77 \text{ mm}}$$

$$IS_- = \underline{27,41 \text{ mm}}$$

### Pramen č. 6

$j$	$l_{jd} - l_{jh}$ [mm]	$l_j$ [mm]	$n_j$	$f_j$ [%]	$l_j^2 \cdot n_j$	$l_j \cdot n_j$	$P_j$ [%]
1	14 – 16	15	2	1	450	30	100
2	16 – 18	17	4	2	1156	68	99
3	18 – 20	19	15	7,5	5415	285	97
4	20 – 22	21	15	7,5	6615	315	89,5
5	22 – 24	23	15	7,5	7935	345	82
6	24 – 26	25	31	15,5	19375	775	74,5
7	26 – 28	27	14	7	10206	378	59
8	28 – 30	29	32	16	26912	928	52
9	30 – 32	31	33	16,5	31713	1023	36
10	32 – 34	33	18	9	19602	594	19,5
11	34 – 36	35	11	5,5	13475	385	10,5
12	36 – 38	37	7	3,5	9583	259	5
13	38 - 40	39	2	1	3042	78	1,5
14	40 - 42	41	1	0,5	1681	41	0,5
$\Sigma$	-	392	200	-	157160	5504	-

#### Průměrná délka vláken

$$\bar{l} = \frac{1}{200} \cdot 5504 = \underline{27,52 \text{ mm}}$$

#### Směrodatná odchylka délky vláken

$$s^2 = \frac{1}{199} \cdot (157160 - (27,52^2 \cdot 200)) = \underline{28,6 \text{ mm}^2}$$

$$s = \sqrt{28,6} = \underline{5,3 \text{ mm}}$$

#### Variační koeficient délky vláken

$$v = \frac{5,3}{27,52} \cdot 100 = \underline{19,3 \%}$$

#### 95 % interval spolehlivosti střední hodnoty délky vláken

$$IS_+ = \underline{28,26 \text{ mm}}$$

$$IS_- = \underline{26,78 \text{ mm}}$$

## Příloha č. 2

Přást – místo 1							
$j$	$l_{jd} - l_{jh}$ [mm]	$l_j$ [mm]	$n_j$	$f_j$ [%]	$l_j^2 \cdot n_j$	$l_j \cdot n_j$	$P_j$ [%]
1	14 – 16	15	4	2	900	60	100
2	16 – 18	17	7	3,5	2023	119	98
3	18 – 20	19	3	1,5	1083	57	94,5
4	20 – 22	21	19	9,5	8379	399	93
5	22 – 24	23	15	7,5	7935	345	83,5
6	24 – 26	25	17	8,5	10625	425	76
7	26 – 28	27	23	11,5	16767	621	67,5
8	28 – 30	29	28	14	23548	812	56
9	30 – 32	31	39	19,5	37479	1209	42
10	32 – 34	33	30	15	32670	990	22,5
11	34 – 36	35	9	4,5	11025	315	7,5
12	36 – 38	37	5	2,5	6845	185	3
13	38 - 40	39	1	0,5	1521	39	0,5
$\Sigma$	-	351	200	-	160800	5576	-

### Průměrná délka vláken

$$\bar{l} = \frac{1}{200} \cdot 5576 = \underline{27,88 \text{ mm}}$$

### Směrodatná odchylka délky vláken

$$s^2 = \frac{1}{199} \cdot (160800 - (27,88^2 \cdot 200)) = \underline{26,8 \text{ mm}^2}$$

$$s = \sqrt{26,8} = \underline{5,2 \text{ mm}}$$

### Variační koeficient délky vláken

$$v = \frac{5,2}{27,88} \cdot 100 = \underline{18,7 \%}$$

### 95 % interval spolehlivosti střední hodnoty délky vláken

$$IS_+ = \underline{28,6 \text{ mm}}$$

$$IS_- = \underline{27,2 \text{ mm}}$$

<b>Přást – místo 2</b>							
$j$	$l_{jd} - l_{jh}$ [mm]	$l_j$ [mm]	$n_j$	$f_j$ [%]	$l_j^2 \cdot n_j$	$l_j \cdot n_j$	$P_j$ [%]
1	14 – 16	15	3	1,5	675	45	100
2	16 – 18	17	6	3	1734	102	98,5
3	18 – 20	19	8	4	2888	152	95,5
4	20 – 22	21	20	10	8820	420	91,5
5	22 – 24	23	14	7	7406	322	81,5
6	24 – 26	25	22	11	13750	550	74,5
7	26 – 28	27	31	15,5	22599	837	63,5
8	28 – 30	29	28	14	23548	812	48
9	30 – 32	31	36	18	34596	1116	34
10	32 – 34	33	18	9	19602	594	16
11	34 – 36	35	7	3,5	8575	245	7
12	36 – 38	37	5	2,5	6845	185	3,5
13	38 - 40	39	2	1	3042	78	1
$\Sigma$	-	351	200	-	154080	5458	-

#### Průměrná délka vláken

$$\bar{l} = \frac{1}{200} \cdot 5458 = \underline{27,29 \text{ mm}}$$

#### Směrodatná odchylka délky vláken

$$s^2 = \frac{1}{199} \cdot (154080 - (27,29^2 \cdot 200)) = \underline{25,8 \text{ mm}^2}$$

$$s = \sqrt{25,8} = \underline{5,1 \text{ mm}}$$

#### Variační koeficient délky vláken

$$v = \frac{5,1}{27,29} \cdot 100 = \underline{18,7 \%}$$

#### 95 % interval spolehlivosti střední hodnoty délky vláken

$$IS_+ = \underline{27,99 \text{ mm}}$$

$$IS_- = \underline{26,6 \text{ mm}}$$

<b>Přást – místo 3</b>							
$j$	$l_{jd} - l_{jh}$ [mm]	$l_j$ [mm]	$n_j$	$f_j$ [%]	$l_j^2 \cdot n_j$	$l_j \cdot n_j$	$P_j$ [%]
1	14 – 16	15	3	1,5	675	45	100
2	16 – 18	17	7	3,5	2023	119	98,5
3	18 – 20	19	8	4	2888	152	95
4	20 – 22	21	14	7	6174	294	91
5	22 – 24	23	13	6,5	6877	299	84
6	24 – 26	25	27	13,5	16875	675	77,5
7	26 – 28	27	32	16	23328	864	64
8	28 – 30	29	32	16	26912	928	48
9	30 – 32	31	46	23	44206	1426	32
10	32 – 34	33	12	6	13068	396	9
11	34 – 36	35	5	2,5	6125	175	3
12	36 – 38	37	1	0,5	1369	37	0,5
$\Sigma$	-	312	200	-	150520	5410	-

#### Průměrná délka vláken

$$\bar{l} = \frac{1}{200} \cdot 5410 = \underline{27,05 \text{ mm}}$$

#### Směrodatná odchylka délky vláken

$$s^2 = \frac{1}{199} \cdot (150520 - (27,05^2 \cdot 200)) = \underline{21 \text{ mm}^2}$$

$$s = \sqrt{21} = \underline{4,6 \text{ mm}}$$

#### Variační koeficient délky vláken

$$v = \frac{4,6}{27,05} \cdot 100 = \underline{17 \%}$$

#### 95 % interval spolehlivosti střední hodnoty délky vláken

$$IS_+ = \underline{27,7 \text{ mm}}$$

$$IS_- = \underline{26,4 \text{ mm}}$$

<b>Přást – místo 4</b>							
$j$	$l_{jd} - l_{jh}$ [mm]	$l_j$ [mm]	$n_j$	$f_j$ [%]	$l_j^2 \cdot n_j$	$l_j \cdot n_j$	$P_j$ [%]
1	14 – 16	15	2	1	450	30	100
2	16 – 18	17	5	2,5	1445	85	99
3	18 – 20	19	9	4,5	3249	171	96,5
4	20 – 22	21	16	8	7056	336	92
5	22 – 24	23	13	6,5	6877	299	84
6	24 – 26	25	28	14	17500	700	77,5
7	26 – 28	27	33	16,5	24057	891	63,5
8	28 – 30	29	32	16	26912	928	47
9	30 – 32	31	41	20,5	39401	1271	31
10	32 – 34	33	14	7	15246	462	10,5
11	34 – 36	35	6	3	7350	210	3,5
12	36 – 38	37	1	0,5	1369	37	0,5
$\Sigma$		312	200		150912	5420	

#### Průměrná délka vláken

$$\bar{l} = \frac{1}{200} \cdot 5420 = \underline{27,1 \text{ mm}}$$

#### Směrodatná odchylka délky vláken

$$s^2 = \frac{1}{199} \cdot (150912 - (27,1^2 \cdot 200)) = \underline{20,3 \text{ mm}^2}$$

$$s = \sqrt{20,3} = \underline{4,5 \text{ mm}}$$

#### Variační koeficient délky vláken

$$v = \frac{4,5}{27,1} \cdot 100 = \underline{16,6 \%}$$

#### 95 % interval spolehlivosti střední hodnoty délky vláken

$$IS_+ = \underline{27,72 \text{ mm}}$$

$$IS_- = \underline{26,5 \text{ mm}}$$



### Příloha č. 3

Výstupní pramen							
$j$	$l_{jd} - l_{jh}$ [mm]	$l_j$ [mm]	$n_j$	$f_j$ [%]	$l_j^2 \cdot n_j$	$l_j \cdot n_j$	$P_j$ [%]
1	14 – 16	15	7	3,5	1575	105	100
2	16 – 18	17	8	4	2312	136	96,5
3	18 – 20	19	14	7	5054	266	92,5
4	20 – 22	21	12	6	5292	252	85,5
5	22 – 24	23	19	9,5	10051	437	79,5
6	24 – 26	25	27	13,5	16875	675	70
7	26 – 28	27	22	11	16038	594	56,5
8	28 – 30	29	30	15	25230	870	45,5
9	30 – 32	31	25	12,5	24025	775	30,5
10	32 – 34	33	18	9	19602	594	18
11	34 – 36	35	14	7	17150	490	9
12	36 – 38	37	3	1,5	4107	111	2
13	38 - 40	39	1	0,5	1521	39	0,5
$\Sigma$	-		200	-	148832	5344	-

#### Průměrná délka vláken

$$\bar{l} = \frac{1}{200} \cdot 5344 = \underline{26,72 \text{ mm}}$$

#### Směrodatná odchylka délky vláken

$$s^2 = \frac{1}{199} \cdot (148832 - (26,72^2 \cdot 200)) = \underline{30,35 \text{ mm}^2}$$

$$s = \sqrt{30,35} = \underline{5,5 \text{ mm}}$$

#### Variační koeficient délky vláken

$$v = \frac{5,5}{26,72} \cdot 100 = \underline{20,58 \%}$$

#### 95 % interval spolehlivosti střední hodnoty délky vláken

$$IS_+ = \underline{27,48 \text{ mm}}$$

$$IS_- = \underline{25,96 \text{ mm}}$$



## Příloha č. 4

Výstupní pramen				Vstupní pramen č. 6			
$A_{S1} =$	700	$A_{K1} =$	2600	$A_{S1} =$	460	$A_{K1} =$	2000
$A_{S2} =$	740	$A_{K2} =$	2520	$A_{S2} =$	450	$A_{K2} =$	1910
$A_{S3} =$	700	$A_{K3} =$	2550	$A_{S3} =$	460	$A_{K3} =$	1910
$A_{S4} =$	700	$A_{K4} =$	2520	$A_{S4} =$	560	$A_{K4} =$	2160
$A_{S5} =$	800	$A_{K5} =$	2860	$A_{S5} =$	440	$A_{K5} =$	1940
$A_{S6} =$	780	$A_{K6} =$	2870	$A_{S6} =$	600	$A_{K6} =$	2060
$A_{S7} =$	710	$A_{K7} =$	2430	$A_{S7} =$	450	$A_{K7} =$	1930
$A_{S8} =$	540	$A_{K8} =$	2500	$A_{S8} =$	450	$A_{K8} =$	2100
$A_{S9} =$	700	$A_{K9} =$	3300	$A_{S9} =$	500	$A_{K9} =$	1900
$A_{S10} =$	640	$A_{K10} =$	2300	$A_{S10} =$	410	$A_{K10} =$	2000

## Příloha č. 5

Výstupní pramen					
Zkouška	$A_{max} [mm]$	$W [J]$	$A_{max} [\%]$	$F_{max} [N]$	$\sum (F_i - \bar{F})$
1	5,658182	0,010183	11,32	0,63	0,00281
2	4,518614	0,00911	9,04	0,54	0,00137
3	5,63688	0,010003	11,27	0,66	0,00689
4	4,446426	0,008794	8,89	0,61	0,00109
5	4,612672	0,009414	9,23	0,65	0,00533
6	5,316658	0,009419	10,63	0,57	0,00005
7	5,256618	0,00988	10,51	0,65	0,00533
8	5,336914	0,007171	10,67	0,44	0,01877
9	5,076534	0,007931	10,15	0,52	0,00325
10	4,544435	0,007367	9,09	0,5	0,00593
$\Sigma$				<b>5,77</b>	<b>0,05081</b>

$$\bar{F} = \frac{1}{10} \cdot 5,77 = 0,577$$

$$s^2 = \frac{1}{9} \cdot 0,05081 = 0,0056$$

$$s = \sqrt{0,0056} = 0,075$$

$$v = \frac{0,075}{0,577} \cdot 100 = 13$$

$$IS = 0,577 \pm 2,26216 \cdot \frac{0,075}{\sqrt{10}}$$

$$IS_+ = 0,6307$$

$$IS_- = 0,5233$$

## Příloha č. 6

Vstupní pramen č. 6					
Zkouška	$A_{max} [mm]$	$W [J]$	$A_{max} [\%]$	$F_{max} [N]$	$\sum (F_i - \bar{F})$
1	3,8137	0,010508	7,63	0,84	0,069169
2	3,380494	0,010856	6,76	0,92	0,117649
3	3,746996	0,009413	7,49	0,76	0,033489
4	4,480108	0,01214	8,96	0,89	0,097969
5	3,346984	0,010627	6,69	0,88	0,091809
6	4,679986	0,011318	9,36	0,78	0,041209
7	3,48036	0,01098	6,96	0,88	0,091809
8	4,279404	0,01464	8,56	0,97	0,154449
9	3,945318	0,012546	7,89	0,93	0,124609
10	3,67994	0,011754	7,36	0,96	0,146689
$\Sigma$				<b>8,81</b>	<b>0,96885</b>

$$\bar{F} = \frac{1}{10} \cdot 8,81 = 0,881$$

$$s^2 = \frac{1}{9} \cdot 0,96885 = 0,1077$$

$$s = \sqrt{0,1077} = 0,3281$$

$$v = \frac{0,3281}{0,881} \cdot 100 = 37,24$$

$$IS = 0,881 \pm 2,26216 \cdot \frac{0,3281}{\sqrt{10}}$$

$$IS_+ = 1,1157$$

$$IS_- = 0,6463$$

## Příloha č. 7

Specifikace	Jemnost příze [tex]	Průměrná hodnota $CV_m$	Bod v blízkosti křivky				
			5 %	25 %	50 %	75 %	95 %
1 sada – 1. místo	26,6	22,72	x				
2 sada – 1. místo							
3 sada – 1. místo							
1 sada – 2. místo	26,6	23,41	x				
2 sada – 2. místo							
3 sada – 2. místo							
1 sada – 3. místo	26,6	21,31	x				
2 sada – 3. místo							
3 sada – 3. místo							
1 sada – 4. místo	26,6	21,13	x				
2 sada – 4. místo							
3 sada – 4. místo							

Specifikace	Jemnost příze [tex]	Průměrná hodnota	Bod v blízkosti křivky				
		Thin – 40 % [ /km	5 %	25 %	50 %	75 %	95 %
1 sada – 1. místo	26,6	2741	x				
2 sada – 1. místo							
3 sada – 1. místo							
1 sada – 2. místo	26,6	3234	x				
2 sada – 2. místo							
3 sada – 2. místo							
1 sada – 3. místo	26,6	1946	x				
2 sada – 3. místo							
3 sada – 3. místo							
1 sada – 4. místo	26,6	2090	x				
2 sada – 4. místo							
3 sada – 4. místo							

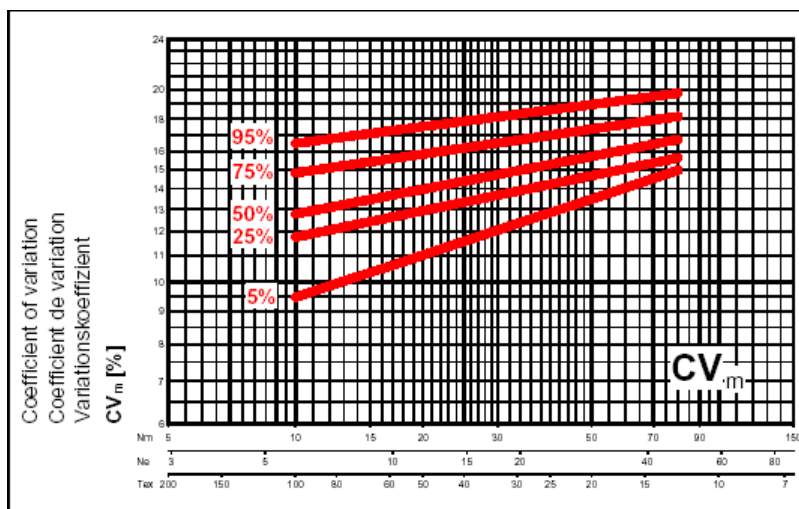
Specifikace	Jemnost příze [tex]	Průměrná hodnota	Bod v blízkosti křivky				
		Thin – 50 % [ /km	5 %	25 %	50 %	75 %	95 %
1 sada – 1. místo	26,6	629	x				
2 sada – 1. místo							
3 sada – 1. místo							
1 sada – 2. místo	26,6	819	x				
2 sada – 2. místo							
3 sada – 2. místo							
1 sada – 3. místo	26,6	302	x				
2 sada – 3. místo							
3 sada – 3. místo							
1 sada – 4. místo	26,6	371	x				
2 sada – 4. místo							
3 sada – 4. místo							

Specifikace	Jemnost příze [tex]	Průměrná hodnota	Bod v blízkosti křivky				
		Thick + 35% [/km]	5%	25%	50%	75%	95%
1 sada – 1. místo	26,6	3743	x				
2 sada – 1. místo							
3 sada – 1. místo							
1 sada – 2. místo	26,6	4000	x				
2 sada – 2. místo							
3 sada – 2. místo							
1 sada – 3. místo	26,6	3167	x				
2 sada – 3. místo							
3 sada – 3. místo							
1 sada – 4. místo	26,6	3184	x				
2 sada – 4. místo							
3 sada – 4. místo							

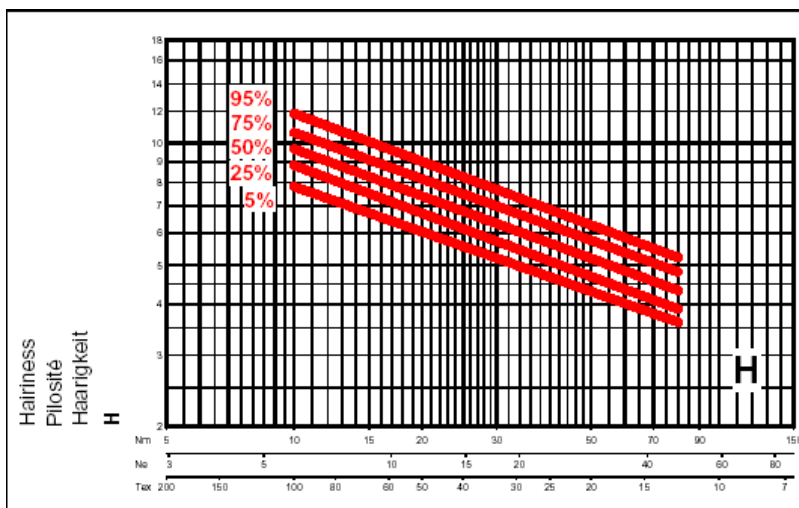
Specifikace	Jemnost příze [tex]	Průměrná hodnota	Bod v blízkosti křivky				
		Thick + 50% [/km]	5%	25%	50%	75%	95%
1 sada – 1. místo	26,6	1572	x				
2 sada – 1. místo							
3 sada – 1. místo							
1 sada – 2. místo	26,6	1654	x				
2 sada – 2. místo							
3 sada – 2. místo							
1 sada – 3. místo	26,6	1180	x				
2 sada – 3. místo							
3 sada – 3. místo							
1 sada – 4. místo	26,6	1107	x				
2 sada – 4. místo							
3 sada – 4. místo							

Specifikace	Jemnost příze [tex]	Průměrná hodnota	Bod v blízkosti křivky				
		H [1]	5%	25%	50%	75%	95%
1 sada – 1. místo	26,6	7,26	x				
2 sada – 1. místo							
3 sada – 1. místo							
1 sada – 2. místo	26,6	7,22	x				
2 sada – 2. místo							
3 sada – 2. místo							
1 sada – 3. místo	26,6	6,99	x				
2 sada – 3. místo							
3 sada – 3. místo							
1 sada – 4. místo	26,6	7,16	x				
2 sada – 4. místo							
3 sada – 4. místo							

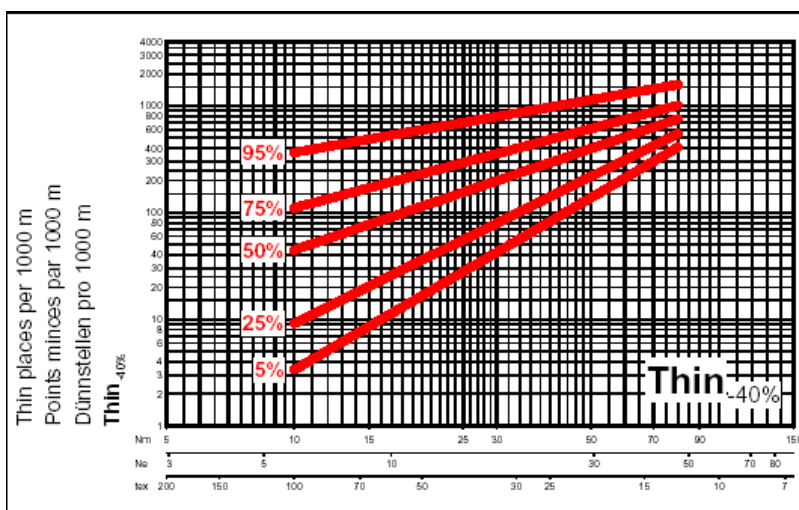
## Příloha č. 8



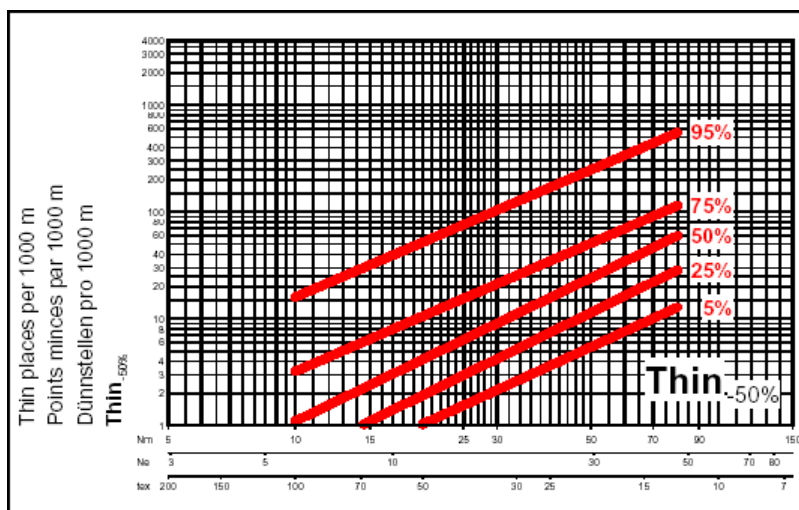
Uster Statistics – standardní hodnoty kvadratické nestejnoměrnosti CV pro 100% bavlněnou přízi, dopřádanou na laboratorním PDS



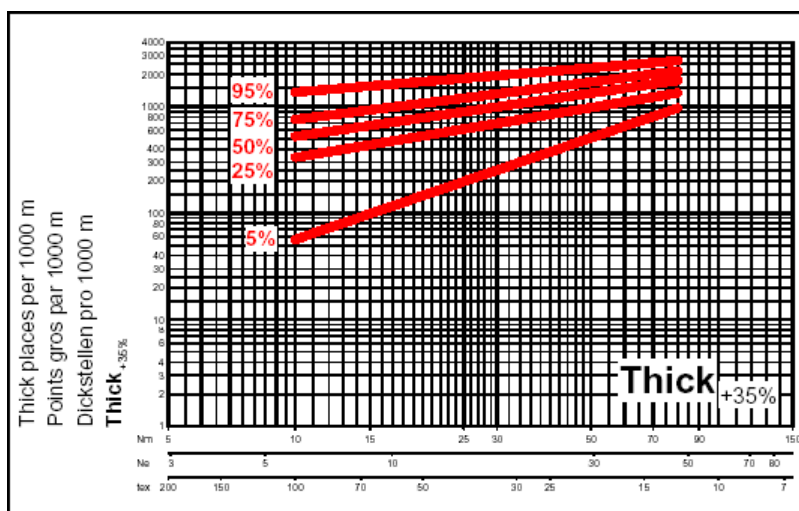
Uster – Statistics – standardní hodnoty chlupatosti H pro 100% bavlněnou přízi, dopřádanou na laboratorním PDS



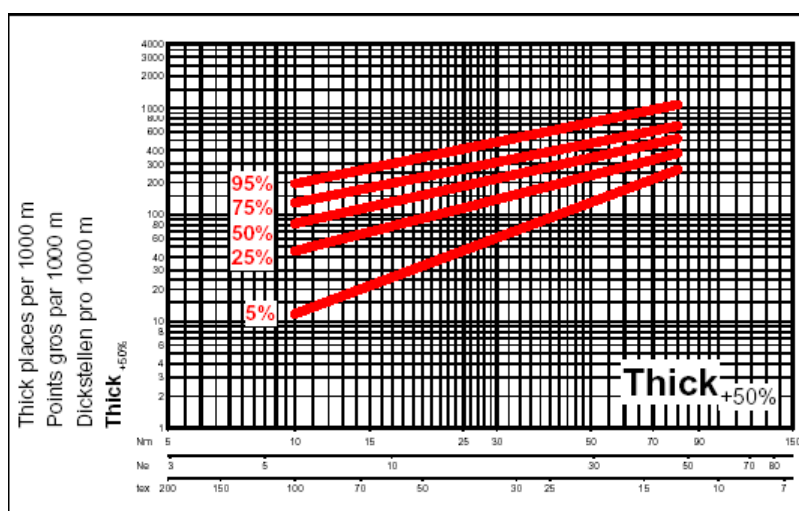
Uster – Statistics – standardní hodnoty vad (slabá místa) Thin -40% pro 100% bavlněnou přízi, dopřádanou na laboratorním PDS



Uster – Statistics – standardní hodnoty vad (slabá místa) *Thin -50%* pro 100% bavlněnou přízi, dopřádanou na laboratorním PDS



Uster – Statistics – standardní hodnoty vad (silná místa) *Thick +35%* pro 100% bavlněnou přízi, dopřádanou na laboratorním PDS



Uster – Statistics – standardní hodnoty vad (silná místa) *Thick +50%* pro 100% bavlněnou přízi, dopřádanou na laboratorním PDS





## **Příloha č. 9**